ACADÉMIE DES SCIENCES.

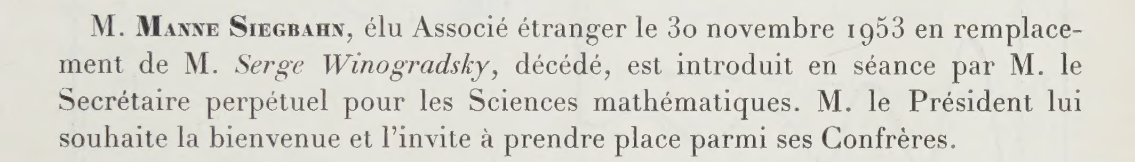
SÉANCE DU LUNDI 26 AVRIL 1954.

PRÉSIDENCE DE M. Louis FAGE.



MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.



M. **Manne Siegbahn**, élu Associé étranger le 30 novembre 1953 en remplacement de M. *Serge Winogradsky*, décédé, est introduit en séance par M. le Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques. M. le Président lui souhaite la bienvenue et l'invite à prendre place parmi ses Confrères.

M. **Henri Villat** signale à l'Académie la présence de M. **Johannes Martinus Burgers**, Professeur à la Haute École technique de Delft, Membre de l'Académie royale néerlandaise des Sciences. M. le Président lui souhaite la bienvenue et l'invite à prendre part à la séance.

HYDRAULIQUE. — *Propagation d'une intumescence dans un canal d'amenée comportant un siphon.* Note de MM. **Léopold Escande** et **Jean Nougaro**.

Méthode analytique et graphique pour la détermination de la transmission d'une intumescence à travers un siphon intercalé dans un canal à écoulement libre.

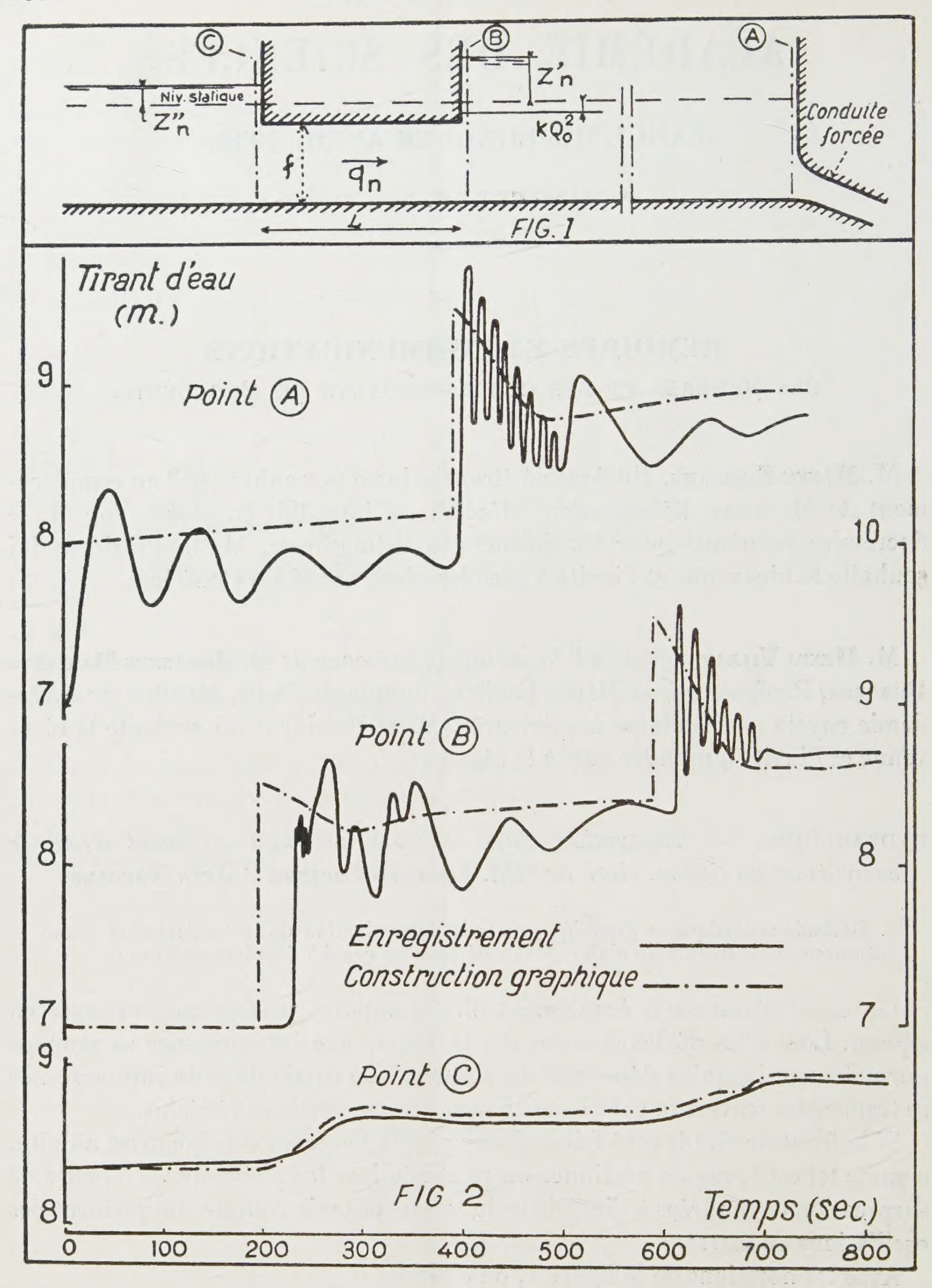
Un canal d'amenée à écoulement libre comporte parfois une traversée en siphon. Lors d'un déclenchement des turbines, une intumescence se propage normalement jusqu'au débouché du siphon. Une partie de cette intumescence se transmet à travers la galerie en charge, l'autre partie se réfléchit.

Si le front de l'onde est à faible pente, et si la longueur du siphon est réduite, comme tel est le cas en pratique, on peut négliger les phénomènes d'ondes de surpression engendrées à l'intérieur du tunnel et tenir compte uniquement des oscillations en masse.

Avec les notations de la figure 1, on a alors :

$$\frac{L}{gf}\frac{dq_n}{dt} + Z'_n - Z''_n + kq_n^2 = 0$$

kq_n^2 représentant la perte de charge dans le siphon.



En passant aux différences finies, on peut donc déterminer la variation de débit Δq_n dans le siphon, pendant le temps Δt :

$$\Delta q_n = -\frac{gf}{L}\Delta t\,[Z'_{n-1} - Z''_{n-1} + kq^2_{n-1}]$$

Le débit provenant du siphon produit à l'aval une surélévation :

$$\Delta Z'_n = \frac{Q_0 - \Delta q_1 - \Delta q_2 \ldots - \Delta q_{n-1} - \frac{\Delta q_n}{2}}{c'_n l'_n},$$

Q_0 étant le débit initial, c'_n la valeur de la vitesse de propagation et l'_n la largeur au miroir du canal, à l'instant considéré.

De même, la diminution du débit du siphon produit à l'amont une surélévation de niveau durant l'intervalle considéré :

$$\Delta Z''_n = \frac{\Delta q_1 + \Delta q_2 + \ldots + \Delta q_{n-1} + \frac{\Delta q_n}{2}}{c''_n l''_n} - (\Delta Z''_n + \ldots + \Delta Z''_{n-1}),$$

c''_n étant la vitesse de propagation de l'intumescence et l''_n la largeur au miroir du canal.

Les relations précédentes fournissent ainsi les conditions aux limites aux sections d'entrée et de sortie du siphon. Nous les associons à la méthode graphique en utilisant pour celle-ci les caractéristiques rectilignes proposées par l'un de nous ([1]). Cette méthode graphique permet la détermination des conditions de propagation de l'intumescence de part et d'autre du siphon : à partir de la première onde incidente, les relations précédentes permettent de proche en proche, le calcul de Δq_n, pour chaque intervalle de temps ; on obtient ainsi un lieu du point de fonctionnement à l'instant considéré, sur les graphiques se rapportant respectivement à la partie amont et à la partie aval du canal d'amenée.

Une application de cette méthode de calcul a été réalisée sur un siphon expérimental disposé sur le modèle réduit du canal d'amenée de l'usine de Saint-Christaud. La longueur du siphon est $L = 600$ m, sa section $f = 47{,}7$ m². La perte de charge dans la galerie est égale à 1,38 m pour le débit maximum $Q_0 = 135$ m³/sec.

Nous avons étudié l'arrêt brusque du débit total ; les courbes d'intumescences déduites des enregistrements sur modèle, d'une part, et des calculs théoriques, d'autre part, sont reproduites sur la figure 2.

On observe la bonne concordance des résultats, abstraction faite des oscillations secondaires dont le calcul ne peut tenir compte.

L'application de la méthode montre l'influence défavorable du siphon ; celui-ci augmente la hauteur de l'intumescence dans la portion aval du canal.

([1]) J. Nougaro, *Thèse de Doctorat ès-Sciences Physique*, Faculté des Sciences, Toulouse.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la teneur en rubidium des Cafés.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **Didier Bertrand**.

Lors d'une première étude sur la présence et la répartition du rubidium dans les graines ([1]), nous avons constaté, ce à quoi nous pouvions d'ailleurs nous attendre, que le métal alcalin se rencontrait dans toutes les graines examinées, mais, en outre, que les proportions de cet oligoélément étaient toujours plus petites dans les graines que dans l'organisme des plantes d'où elles provenaient. Cette observation quantitative nous ayant paru assez intéressante pour mériter le contrôle de nouvelles analyses, nous avons examiné un plus grand nombre d'autres espèces : les nouveaux résultats ont entièrement confirmé les précédents ([2]).

Une remarque a frappé notre attention en comparant entre eux tous les résultats : alors que la teneur en rubidium ne variait que d'un à 30 et quelques milligrammes par kilogramme de matière sèche, il y en avait près de 46 mg dans la graine de caféier du Brésil.

Pour nous renseigner sur l'importance que pouvait présenter une telle exception, nous avons analysé 23 des principaux échantillons de cafés réunis par l'un de nous en poursuivant ses recherches sur les cafés sans caféine ([3]).

Les chiffres suivants ont été obtenus :

Désignation des Cafés.	Cendres (g/kg).	Rubidium (mg/kg).
Série A. — *Cafés à caféine :*		
Coffea arabica L., de la Nouvelle-Calédonie	4,04	9,0
» » dit de plaine (Bourail) Nouvelle-Calédonie	4,40	10,7
» » de Tahiti	5,09	13,3
» » de l'Abyssinie	4,32	22,1
» » dit de Ceylan, des Indes françaises	4,49	23,2
» » du Tonkin	3,85	24,5
» » de la Grande Comore	4,69	40,6
» » du Brésil	4,50	45,7
» » (variété petit moca) de la Guadeloupe	3,62	64,1
» » (de Timbi) Guinée française	4,91	78,8
» *canephora* Pierre (du Kouilon) Congo français	4,36	30,0
» *Bertrandii* Aug. Chevalier, de Madagascar	2,29	31,9
» *liberica* Hiern, de Java	4,50	30,2
» » du Congo	4,06	34,7
» » de Madagascar	4,31	68,0
» *stenophylla* Don, de la Guinée française	5,17	45,0
» *congensis* Froehn, du Congo français	3,82	141,0

([1]) *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 2065.

([2]) *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1539 et 236, 1952, p. 2460.

([3]) G. Bertrand, *Comptes rendus*, 132, 1901, p. 162, 141, 1905, p. 209 et *Bull. Sc. pharmacol.*, 5, 1902, p. 283.

Désignation des Cafés.	Cendres (g/kg).	Rubidium (mg/kg).
Série B. — *Cafés pauvres en caféine :*		
Coffea mauritiana Lamk., de La Réunion	2,41	78,0
» *laurina* (hybride de *mauritiana* et de *liberica*?) de La Réunion	3,69	37,0
Série C. — *Cafés sans caféine :*		
Coffea Humblotiana H. Baillon, de la Grande Comore	3,62	15,2
» » autre échantillon	2,93	35,5
» *Bonnieri* Dub., de Madagascar	3,58	29,4
» *Mogenetii* Dub., »	3,55	28,5
» *Galienii* Dub., »	4,20	37,0

L'ensemble de ces résultats est très significatif : malgré le nombre des espèces et de leurs variétés suivant les sols et les climats, les graines du genre *Coffea* que nous avons analysées ont le plus souvent, presque toujours même, montré des teneurs en rubidium très au-dessus de celles des graines de 159 espèces de la flore française étudiées aujourd'hui au même point de vue ([4]).

Tandis que la teneur moyenne en rubidium de ces 159 espèces n'est que de 10 mg/kg de matière sèche, elle atteint 40,6 mg pour les graines de *Coffea*.

Cette notion de biochimie comparée ne peut manquer d'entrer en considération dans la culture rationnelle du café.

M. **Roger Heim** fait hommage à l'Académie du *Prodrome à une flore mycologique de Madagascar et Dépendances* publié sous sa direction. Tome IV. *Les Discomycètes de Madagascar*, par Marcelle Le Gal.

L'Ouvrage suivant est présenté par M. **Henri Humbert** :

Office de l'expérimentation et de la vulgarisation agricoles de Tunisie. *Flore analytique et synoptique de la Tunisie*, par Auguste Cuénod. Tome I. *Cryptogames vasculaires, gymnospermes et monocotylédones*, en collaboration avec Mme G. Pottier-Alapetite et M. A. Labbé.

DÉSIGNATIONS.

M. **Albert Portevin** est adjoint à la délégation précédemment chargée de représenter l'Académie aux manifestations qui auront lieu au Palais de Chaillot, du 10 au 14 mai 1954, à l'occasion du Soixantième anniversaire de la fondation de l'**École supérieure d'Électricité.**

([4]) Graines figurant dans les Notes mentionnées en ([1]), ([2]) et ([3]) auxquelles nous avons pu ajouter 35 autres espèces.

M. **Louis Fage** est désigné pour représenter l'Académie au **LXXIII**e **Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences**, qui se tiendra à Poitiers, du 16 au 22 juillet 1954.

CORRESPONDANCE.

M. **Fernand Baldet** prie l'Académie de bien vouloir le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section d'astronomie, par le décès de M. *Ernest Esclangon*.

L'**Organisation de Service pour le Corps enseignant**, à Copenhague, signale que, par ses propres moyens et grâce à l'appui d'autres Organisations scandinaves de même nature, elle est en mesure d'attribuer des subventions aux Professeurs et Directeurs d'études qui visitent la Scandinavie comme chefs d'un voyage scolaire ou voyage d'études. Il est précisé qu'il n'est possible de subventionner qu'un chef par groupe.

Le Secrétaire général de l'**Union internationale pour la protection de la Nature** adresse une Note polycopiée sur l'activité de cette Union pendant ses cinq premières années d'existence.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Pierre-A. Vassal. *Les Asymétries faciales*.

2° Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais. *Études géologiques pour l'Atlas de topographie souterraine*. I. *Flore fossile*. Fasc. 1. *Contribution à l'étude des Marioptéridées. Les Mariopteris du Nord de la France*, par Paule Danzé-Corsin. Texte et planches.

3° Mouvement européen. *Le Pool vert*, par Pierre de Felice.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application du calcul symbolique à deux variables au calcul d'intégrales simples.* Note de M. **Paul Delerue**, présentée par M. Henri Villat.

On sait que, de la correspondance en calcul symbolique à deux variables $F(x, y) \supset\!\supset f(p, q)$, on peut déduire la correspondance en calcul symbolique à une variable

$$\frac{f(p, p)}{p} = \int_0^x F(x-s, s)\, ds.$$

Dès lors, si l'on connaît l'image $f(p, q)$ de $F(x, y)$ et l'original de $f(p, p)/p$, on connaîtra l'intégrale

$$\int_0^x F(x-s, s)\,ds = 2x\int_0^{\frac{\pi}{2}} F(x\cos^2\varphi, x\sin^2\varphi)\sin\varphi\cos\varphi\,d\varphi.$$

Or le formulaire de MM. Humbert, Mac-Lachlan et Poli donne beaucoup de correspondances à une variable, les tables de MM. Doetsch et Voelker ([1]) et celles que j'ai publiées ([2]) en donnent un certain nombre à deux variables. Le procédé permettra donc de calculer beaucoup d'intégrales. On retrouve ainsi un certain nombre d'intégrales connues. Mais d'autres semblent nouvelles. En voici quelques exemples, parmi bien d'autres.

1° Concernant les fonctions de Bessel et les fonctions qui s'y rattachent, on peut noter que, puisque

$$\mathrm{ber}(2\sqrt{xy}) \supset \frac{p^2q^2}{p^2q^2+1}, \qquad \mathrm{bei}(2\sqrt{xy}) \supset \frac{pq}{p^2q^2+1},$$

on obtient

$$f(x, 3, 4) = x\int_0^{\frac{\pi}{2}} \mathrm{ber}(x\sin t)\sin t\,dt,$$

$$f(x, 1, 4) = x\int_0^{\frac{\pi}{2}} \mathrm{bei}(x\sin t)\sin t\,dt,$$

où $f(x, 3, 4)$ et $f(x, 1, 4)$ désignent des sinus du quatrième ordre.

De même, puisque

$$\frac{\mathrm{ber}(2\sqrt[4]{xy})}{\sqrt{xy}} \supset \pi\sqrt{pq}\,J_0\left(\frac{1}{2\sqrt{pq}}\right) \quad \text{et} \quad I_0(\sqrt{x})\,J_0(\sqrt{x}) \supset J_0\left(\frac{1}{2p}\right),$$

on obtient

$$\pi J_0(\sqrt{x})\,I_0(\sqrt{x}) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \mathrm{ber}(\sqrt{2x\sin t})\,dt.$$

2° Dans les tables de Doetsch et Voelker, on trouve de nombreuses images telles que

$$\frac{p^3q}{p^3q+1} \subset {}_0F_3\left(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, 1; -\frac{x^3y}{27}\right).$$

On en déduit de nombreuses intégrales où l'intégrande est une fonction hypergéométrique, l'intégrale s'exprimant au moyen d'un sinus d'ordre supérieur. Ainsi

$$f(x, 3, 4) = \int_0^x {}_0F_3\left[\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, s; -\frac{s^3(x-s)}{27}\right] ds$$

([1]) Doetsch et Voelker, *Die Zweidimensionale Laplace-Transformation*, p. 182-207.

([2]) P. Delerue, *Thèse*, Montpellier, 1951.

3° D'autres exemples peuvent être donnés où figurent la fonction erreur, le premier cosinus d'Appell, les fonctions hypergéométriques d'Appell à deux variables, la fonction de Bessel du troisième ordre, etc. Certaines sont curieuses : ainsi

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{-\operatorname{tg}^2\varphi}\,d\varphi = \frac{\pi e}{2}\operatorname{erfc}(1), \qquad \int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{-\operatorname{tg}^2\varphi}\operatorname{tg}\varphi\,d\varphi = -\frac{e}{2}\operatorname{Ei}(-1).$$

4° D'autres formules opératoires donnant des correspondances en calcul symbolique à une variable connaissant des correspondances en calcul symbolique à deux variables, peuvent aussi être utilisées ([3]). Ainsi si $f(p, q) \subset F(x, y)$, on a la correspondance

$$\frac{1}{p} f(\sqrt{p}, p) \subset \int_0^\infty ds \int_0^x \frac{1}{\pi\sqrt{x-t}}\, e^{-\frac{s^2}{4(x-t)}} F(s, t)\, ds\, dt.$$

Appliquée à $F(x, y) = \operatorname{ber}(2\sqrt{xy})$, la correspondance précédente donne

$$f(x, 2, 3) = \int_0^\infty ds \int_0^x \frac{1}{\pi\sqrt{x-t}}\, e^{-\frac{s^2}{4(x-t)}} \operatorname{ber}(2\sqrt{st})\, dt.$$

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur la forme de la nappe des déversoirs sans aérage.* Note de M. **Constantin Woronetz**, transmise par M. Dimitri Riabouchinsky.

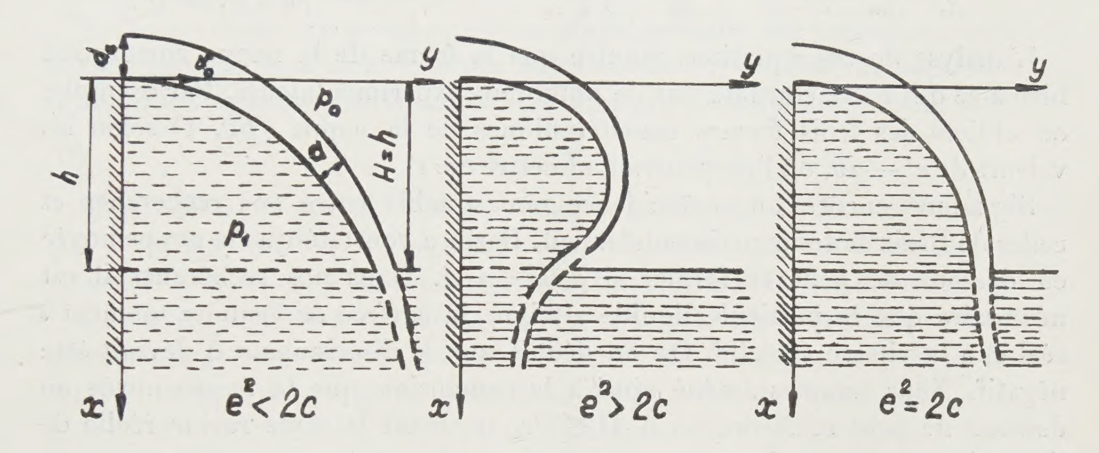
Les travaux théoriques sur les déversoirs se rapportent habituellement à des déversoirs comportant un dispositif quelconque permettant le libre accès de l'air dans la région sous la nappe déversante. Les déversoirs dépourvus d'un tel dispositif sont moins étudiés. Nous analysons ici la forme approchée de la nappe déversante dans ce dernier cas en supposant un changement de pression dans la région sous la nappe.

Nous bornant à l'étude des propriétés géométriques de la nappe d'un déversoir, nous admettons qu'elle soit assez mince pour que l'on puisse supposer que la pression dans la section normale varie de façon linéaire et que les lignes de courant sont en même temps les lignes de pression égale. Le gradient de pression peut être remplacé, dans ce cas, par une force extérieure, proportionnelle à la valeur moyenne de ce gradient et orthogonale au courant. Le problème hydrodynamique est ainsi réduit à un problème de Mécanique rationnelle, concernant le mouvement d'un point matériel, représentant la particule liquide soumise à la force de la pesanteur et à une force complémentaire F orthogonale à la trajectoire. En désignant par $\gamma = \rho g$ le poids de l'unité de volume, par p_a la pression atmosphérique et par $p_1 \neq p_a$ la pression sous la nappe, on a $F = (p_a - p_1)/\rho\, d = gav/v_0$, avec $a = (p_a - p_1)/\gamma\, d_0 = h/d_0$.

([3]) Doetsch et Voelker, p. 207.

L'équation de continuité est satisfaite par le rapport $vd = v_0 d_0$, où v, d et v_0, d_0 sont la vitesse et l'épaisseur de la nappe dans une section quelconque et sur le seuil.

La pression sous la nappe étant plus basse que la pression atmosphérique, une élévation de l'eau se produit dans cette région ([1]). En admettant que la pression de l'eau sous la nappe est soumise à la loi hydrostatique et en désignant par h l'élévation de l'eau et par H la hauteur du seuil au-dessus de l'eau aval, on obtient qu'à partir du point $x = \mathrm{H} - h$ la force F doit être remplacée par la force $\mathrm{F}_1 = g(e - x/d_0)v/v_0$, avec $e = \mathrm{H}/d_0$.



La courbe représentant la nappe est ainsi décomposée en deux parties. En intégrant les équations de mouvement, on obtient facilement les équations de la première partie, définie par l'influence de la force F :

$$\frac{x}{d_0} = \frac{c(1+a)}{a^2}\left(1 - \cos\frac{v_0 a}{c d_0} t\right), \qquad \frac{y}{d_0} = -\frac{v_0}{a d_0} t + \frac{c(1+a)}{a^2} \sin\frac{v_0 a}{c d_0} t,$$

avec $c = \mathrm{F}r = v_0^2/g d_0$. L'analogie entre cette courbe et une cycloïde est évidente et l'on peut constater facilement que ses propriétés géométriques correspondent bien à celles que l'on observe réellement.

L'intégration des équations de mouvement dans le cas où intervient la force F_1 donne la seconde partie de la nappe. On trouve les projections v_x et v_y de la vitesse sous la forme

$$\frac{\mathrm{V}_x}{\mathrm{V}_0} = \sqrt{1 + \frac{2}{c}\frac{x}{d_0} - \frac{\mathrm{V}_y^2}{\mathrm{V}_0^2}}, \qquad \frac{\mathrm{V}_y}{\mathrm{V}_0} = \frac{1}{2c}\left[\left(e - \frac{x}{d_0}\right)^2 + a^2 - 2ae + 2c\right],$$

et l'application des fonctions elliptiques pu et ζu de Weierstrass permet d'obtenir les équations cherchées de la courbe.

([1]) A une augmentation de pression correspond un abaissement de l'eau et une valeur négative du paramètre a.

Arrêtons-nous au cas spécial de la nappe noyée en dessous, où $h = \mathrm{H}$. Introduisons la fonction pu, $u = v_0 t/2\sqrt{3}\, cd_0$, avec les invariants g_2 et g_3 et le discriminant Δ :

$$g_2 = 12(e^4 - 4ce^2 - 6ce + c^2),$$
$$g_3 = 4(2e^6 - 12ce^4 - 18ce^3 + 15c^2e^2 + 36c^2e + 2c^3 + 27c^2),$$
$$\Delta = 11\,664\, c^3(e+1)^2(4e^3 + ce^2 - 18ce - 4c^2 - 27c).$$

On obtient après l'intégration :

$$\frac{x}{d_0} = \frac{6c(e+1)}{pu + c + e^2}, \qquad \frac{y}{d_0} = \frac{\sqrt{3}}{3}\left[2(2c - e^2)u + 2\zeta u + \frac{p'u}{pu + c + e^2}\right].$$

L'analyse de ces équations montre que la forme de la nappe correspond bien à ce qui a été constaté par de nombreux expérimentateurs. Par exemple, on obtient les trois formes caractéristiques de la nappe (*fig.* 1) selon les valeurs de $e^2 - 2c$, où l'on pourrait admettre $c \approx 1$.

Signalons encore une coïncidence remarquable entre nos recherches et celles de Bazin faites expérimentalement. Bazin a constaté que la nappe noyée en dessous ne peut se former si $d_0/\mathrm{H} < 0{,}4$. Dans nos recherches il est nécessaire que la particule liquide atteigne la surface de l'eau au moment t réel et à la vitesse v réelle. On en déduit que le discriminant Δ devrait être négatif. Nous sommes amené ainsi à la conclusion que la nappe noyée en dessous ne peut se former si $\mathrm{d}_0/\mathrm{H} < 1/e_1$, e_1 étant la seule racine réelle de l'équation

$$4e^3 + ce^2 - 18ce - 4c^2 - 27c = 0.$$

Les valeurs numériques de cette racine sont en parfait accord avec les résultats de Bazin. On a $1/e_1 = 0{,}383$ pour $c = 1$ et $1/e_1 = 0{,}4$ pour $c = 0{,}9$.

ASTROPHYSIQUE. — *L'étude du mouvement spatial dans les protubérances solaires.* Note (*) de MM. **Donald E. Billings** et **Jean-Claude Pecker**, présentée par M. André Danjon.

L'introduction d'hypothèses dynamiques plausibles permet de calculer le mouvement spatial d'un nœud à partir de la projection observée de ce mouvement sur le plan du ciel; l'étude simultanée des différents nœuds d'une protubérance permet alors de vérifier les hypothèses faites.

1. Si nous désignons par x et y les coordonnées sur le plan du ciel, et z la coordonnée le long de la ligne de visée, les observations directes fournissent, entre les instants t_0 et t_1, les fonctions $x(t)$ et $y(t)$. Il est possible, par diverses

(1) Bazin, *Expériences nouvelles sur l'écoulement par déversoirs*, Paris 1898.

(*) Séance du 21 avril 1954.

méthodes [*voir* par exemple ([1])] de représenter ces fonctions à l'aide d'un polynome dont le degré (en pratique, 3 au plus) est une fonction de la précision des observations :

$$x(t) = a + bt + ct^2 + dt^3, \qquad y(t) = a' + b't + c't^2 + d't^3.$$

Le problème est de rechercher la fonction $z(t)$ qui représente le mouvement le long de la ligne de visée.

Cette recherche a été partiellement effectuée sous l'égide de l'U. S. Navy Office of Naval Research, de la National Science Foundation, et de l'U. S. National Bureau of Standards.

2. Nous devons écrire une équation supplémentaire qui permettra, valable à chaque instant, de calculer z. Nous supposerons (hypothèse sur laquelle nous reviendrons) que l'accélération est constamment normale à la vitesse, soit

$$\text{(H)} \qquad \vec{v}.\vec{\gamma} = v_x\gamma_x + v_y\gamma_y + v_z\gamma_z = \text{P}_0 + \text{P}_1 t + \text{P}_2 t^2 + \text{P}_3 t^3 = 0.$$

Nous serions tentés d'écrire que chaque coefficient P doit être nul, donc que $\text{P}_3 = 6(d^2 + d'^2 + d''^2)$ est nul : cette conclusion est contraire aux observations ([2]). Nous en déduirions alors que l'hypothèse (H) est inexacte.

Une telle conclusion est fausse; il n'est pas possible d'identifier à zéro les coefficients P : en effet le polynome représente *au mieux* les observations entre t_0 et t_1. Tout ce qu'on peut donc écrire, c'est que pour $t_0 \leqq t \leqq t_1$, on a $|\text{P}_0 + \text{P}_1 t + \text{P}_2 t^2 + \text{P}_3 t^3| < \varepsilon$. Il faut donc se défier de la tentation d'utiliser sans précaution la représentation analytique.

3. Au contraire nous pouvons calculer, à chaque instant,

$$\frac{1}{2}\frac{d}{dt}(v_z)^2 = -(v_x\gamma_x + v_y\gamma_y),$$

soit

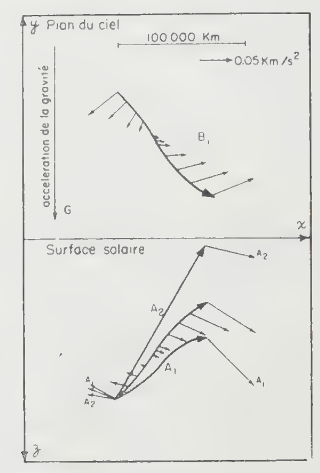
$$v_z^2 = \text{A} - (bc + b'c')t - \left(c'^2 + c^2 + \frac{3}{2}bd + \frac{3}{2}b'd'\right)t^2 - 3(dc + d'c')t^3 - \frac{9}{4}(d^2 + d'^2)t^4.$$

On peut, après un choix convenable de la constante A, déterminer v_z^2, donc v_z (au signe près) et par suite γ_z et enfin $z(t)$ à une constante additive z_0 près. Pour calculer A, nous disposons de l'inégalité $0 \leqq v_z^2 \leqq v_l^2$ où v_l est la vitesse radiale limite observable avec l'instrument utilisé, filtre monochromatique de bande passante $\Delta\lambda \simeq 0{,}3\ \text{Å}$. Souvent le choix de A est mieux déterminé : si $v_z^2 - \text{A}$ passe par un minimum, nous pouvons admettre qu'alors $v_z = 0$. De plus l'expérience montre que le choix de A dans les limites autorisées affecte peu l'allure générale du phénomène : ce choix agit seulement dans le sens d'une distorsion parallèle à l'axe des z. Ajoutons que des mesures, même grossières, de vitesses radiales, tout comme l'observation possible de la protubérance comme filament et le simple aspect du film, peuvent guider utilement.

([1]) T. J. BARTLETT, B. WITTE et W. O. ROBERTS, *Astrophys. J.*, **117**, 1953, p. 292.

([2]) K. ROTHSCHILD, travail en cours de publication.

4. En revanche, le choix de z_0, et celui du signe de v_z, est arbitraire tant qu'on n'envisage qu'un nœud à la fois. L'hypothèse (H) correspond à une hypothèse sur l'origine des forces : admettre qu'elle est valable pour tous les nœuds permet l'estimation des z_0 relatifs des divers nœuds.



Dans le plan (x, z), les courbes A_1 et A_2 représentent les courbes limites qu'il est possible de calculer à partir des hypothèses limites faites sur A (*voir* texte). La courbe définitive (intermédiaire) est conforme à l'allure générale de la protubérance vue comme filament sur le disque (communication Mme d'Azambuja).

Cette hypothèse correspond soit à des forces de liaison (le matériel de la protubérance est *guidé* le long de certaines trajectoires seules *permises*) soit à des forces magnétiques (action d'un champ sur une matière électrisée). Dans cette dernière hypothèse, z_0 pourra être déterminé par l'ajustement progressif des mouvements des divers nœuds, de façon à obtenir une description cohérente du champ magnétique agissant. S'il est possible d'obtenir une telle représentation, elle constitue un argument *a posteriori* en faveur de l'hypothèse faite. Sinon, elle nous permet de la rejeter.

5. Remarquons pour terminer que la gravitation (*fig.* 1) ne semble jouer aucun rôle dans le mouvement de la protubérance étudiée. De plus, une telle méthode est particulièrement indiquée dans le cas de protubérances quiescentes, pour lesquelles le champ des forces agissantes semble être stationnaire pendant une période assez longue pour une étude précise.

ASTROPHYSIQUE. — *Sur un nouveau modèle de spectrophotomètre stellaire photoélectrique à enregistrement direct de l'intensité.* Note de MM. **Pierre Guérin** et **Marius Laffineur**, présentée par M. André Danjon.

Cette Note contient la description d'un spectrophotomètre photoélectrique à enregistrement photographique, insensible aux fluctuations de l'intensité globale de la source dont on mesure la répartition spectrale.

La spectrophotométrie photographique présente l'inconvénient de nécessiter, pour chaque cliché, la prise de spectres d'étalonnage afin de déterminer les lois de noircissement relatives à chaque longueur d'onde; le dépouillement est long et fastidieux. Cette méthode, appliquée aux études stellaires, présente pourtant l'avantage de n'être pas sensible aux défauts de guidage de l'image de l'étoile dans la fente du spectrographe, ces défauts affectant dans le même rapport les intensités de toutes les longueurs d'onde ([1]) (télescope réflecteur, fente du spectrographe dans un plan vertical).

Au contraire, l'enregistrement direct des répartitions énergétiques spectrales stellaires, au moyen d'une seule cellule photoélectrique placée derrière un monochromateur, présenterait l'avantage de donner directement le rapport des intensités monochromatiques pour deux étoiles, mais serait sensible aux défauts de guidage.

Le dispositif photoélectrique suivant, ([2]) à enregistrement direct, ne présente pas cet inconvénient et a fonctionné au laboratoire dans des conditions satisfaisantes. Nous envisageons de l'utiliser dans un proche avenir pour des études de spectrophotométrie stellaire.

L'image de l'étoile obtenue au foyer Cassegrain d'un télescope réflecteur est amenée sur la fente d'un petit spectroscope à optique de quartz. Une fraction I de l'énergie lumineuse globale se réfléchit sur la face d'entrée du prisme et tombe sur la photocathode d'une première cellule à multiplicateurs d'électrons à 19 étages de Lallemand. D'autre part, une fente fine, parallèle à la fente d'entrée du spectroscope, et entraînée par une vis solidaire d'un moteur synchrone, explore le spectre entre les longueurs d'onde 6 000 et 3 200 Å; le balayage dure 20 mn environ. Le flux monochromatique I_λ isolé par cette fente est repris par une lentille de champ en quartz et tombe sur la photocathode d'une seconde cellule de même type que la première; grâce à la lentille de champ, qui projette sur la photocathode une image de la lentille collimatrice du spectroscope, la surface éclairée de la photocathode reste toujours la même au cours du balayage.

Les deux cellules sont alimentées en courant continu stabilisé, et les tensions par étage sont réglables par plots, indépendamment, entre 50 et 90 V.

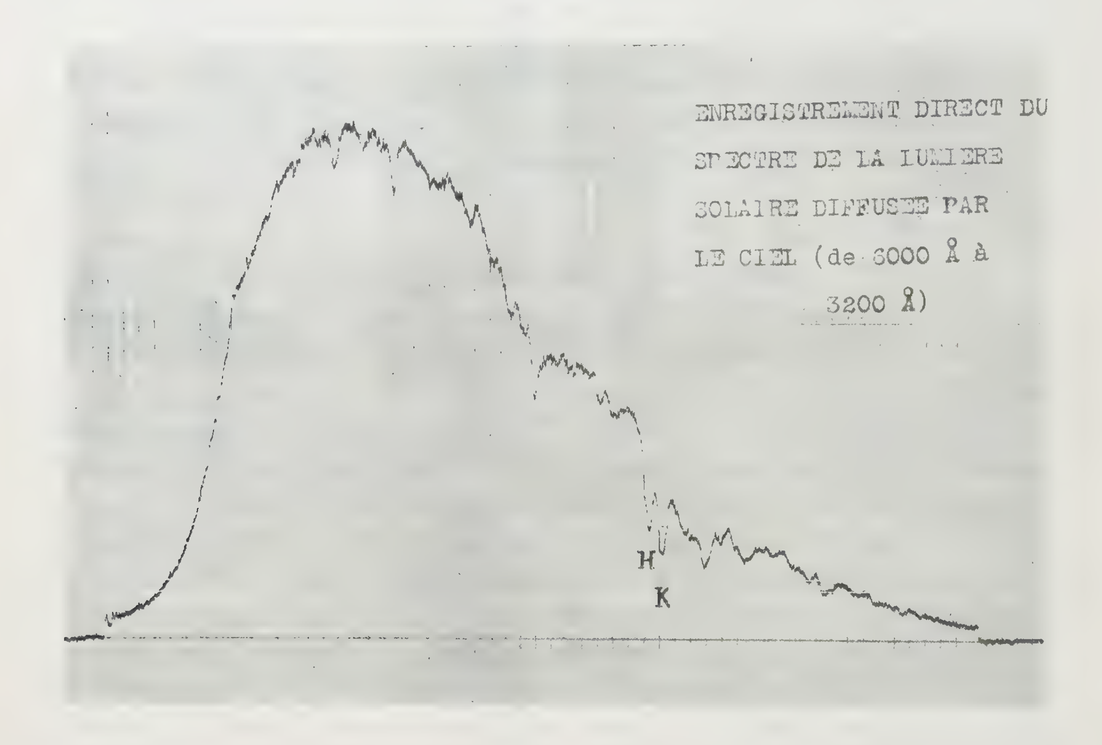
Les courants de sortie des deux cellules, proportionnels respectivement à I et I_λ, sont amplifiés séparément au moyen d'un amplificateur linéaire double, à ponts, et sont envoyés dans les deux cadres d'un logomètre à enregistrement photographique par spot lumineux, qui en mesure le rapport I_λ/I. Ce rapport

---

([1]) Les effets chromatiques de la scintillation seraient intégrés par la plaque photographique pendant la durée d'une pose, s'ils ne l'étaient déjà, à tout instant, du fait de la grande surface du miroir du télescope, pour des étoiles suffisamment hautes au-dessus de l'horizon.

([2]) Le principe en a été présenté par l'un de nous au Congrès de l'U. A. I., Rome, 1952.

ne dépend pas d'un défaut de guidage de l'étoile dans la fente du spectroscope. Ses variations, au cours du balayage du spectre, traduisent les variations d'intensité de celui-ci. Une came, solidaire de la vis entraînant la fente exploratrice, produit des éclairs brefs à intervalles réguliers, qui impressionnent le papier photographique enregistreur, afin de permettre un repérage des longueurs d'onde.



Les expériences de laboratoire ont montré qu'une diminution arbitraire, dans le rapport de 5 à 1, de l'intensité lumineuse d'une source de répartition énergétique donnée placée devant le spectroscope, ne modifie pas sensiblement les indications du logomètre. Ces conditions opératoires sont plus mauvaises que celles auxquelles on peut s'attendre, par bonnes images, lors du guidage sur une étoile.

La figure représente l'enregistrement du spectre de la lumière solaire diffusée par le ciel, obtenu en plaçant devant la fente du spectroscope un bloc de carbonate de magnésie faiblement éclairé par la lumière du jour ([3]).

([3]) Dans les mêmes conditions, le temps de pose sur plaque de haute sensibilité serait de plusieurs minutes.

RADIOASTRONOMIE. — *Influence de l'ionosphère sur la réception du rayonnement galactique de fréquence* 29,5 *Mc/s*. Note (*) de MM. **Émile-Jacques Blum**, **Jean-François Denisse** et **Jean-Louis Steinberg**, présentée par M. André Danjon.

On montre que le rayonnement galactique reçu sur 29,5 Mc/s subit une atténuation due à l'ionosphère. Cette atténuation doit être attribuée en partie à la couche F 2, en partie à la couche D.

Du mois de mai 1949 au mois d'avril 1950, un enregistrement continu du rayonnement galactique sur 29,5 Mc/s a été effectué à Marcoussis (longitude 2° 12′ E, latitude 48° 58′ N) avec une antenne constituée de deux dipôles ondes résistifs. Les lobes secondaires de cet aérien, étudié par S. Zisler, étaient très réduits; le lobe principal, d'ouverture 34° à demi-puissance, était pointé au zénith.

L'analyse des enregistrements montre que le rayonnement galactique est *atténué par l'ionosphère* (¹); la figure 1 représente les variations diurnes moyennes de l'atténuation totale observée en été (A) et en automne (B). On peut montrer que l'atténuation trouvée en été est la somme de deux effets dus très vraisemblablement, l'un, à la couche F 2, l'autre, à la couche D. Pour plusieurs raisons les mesures d'automne se prêtent mal à une séparation analogue : l'absorption par la couche D est sans doute beaucoup plus faible, l'atténuation due à F 2 est plus forte et très irrégulière (variations de l'ordre de 0,5 db en une demi-heure), enfin des réceptions parasites perturbent le plus souvent les observations de jour.

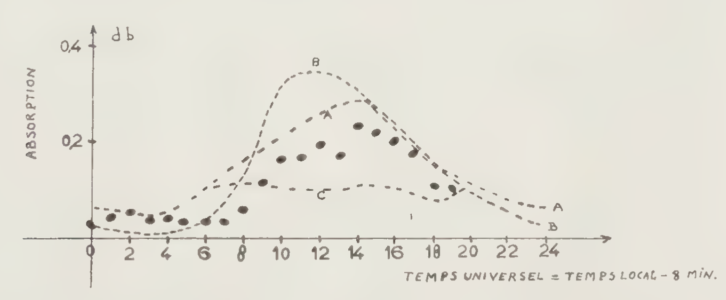


Fig. 1. — Variation diurne de l'absorption ionosphérique. (A), en juin-juillet. ● mesures du 5 juin (orage ionosphérique). (B), en octobre-novembre. (C), courbe (A) corrigée de l'absorption par la couche D.

Atténuation par la couche F 2. — Les courbes A et B de la figure 1 présentent certaines caractéristiques des courbes d'évolution de la fréquence critique de la

(*) Séance du 21 avril 1954.

(¹) *U. R. S. I.*, 9, IV, 1952, p. 83.

couche F 2 correspondant aux mêmes périodes, et il ne paraît pas douteux qu'une partie au moins de l'atténuation observée ne soit liée à la présence de la couche F 2. D'autres remarques confirment cette relation :

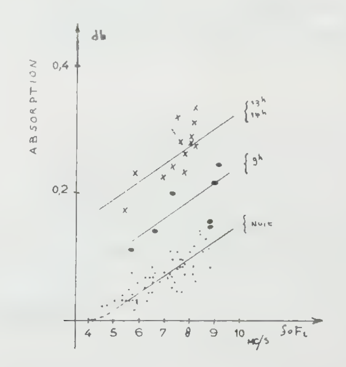


Fig. 2. — Variations en fonction de la fréquence critique f_0F 2, de l'absorption mesurée la nuit (•), à 9 h (●) et à 13 et 14 h (×) (mesures des 1, 5, 20 et 25 juin et 6, 7 et 14 juillet). Les zéros des échelles d'absorption des figures 1 et 2 sont entachées d'une incertitude d'origine expérimentale de l'ordre de 0,05 décibel.

a. Une nette augmentation de l'atténuation accompagne la présence des échos diffus de F 2;

b. Une diminution de l'atténuation se manifeste lorsqu'un orage ionosphérique provoque un abaissement de f_0F 2 (le 5 juin 1949 par exemple);

c. *Pendant la nuit*, en été, l'atténuation varie à peu près linéairement avec f_0F 2 entre 5 et 9 Mc/s (*fig* 2); nous avons utilisé pour cette comparaison les mesures de f_0F 2 de Bagneux. L'hiver, cette relation est beaucoup moins nette, sans doute à cause de la présence d'échos diffus plus fréquents.

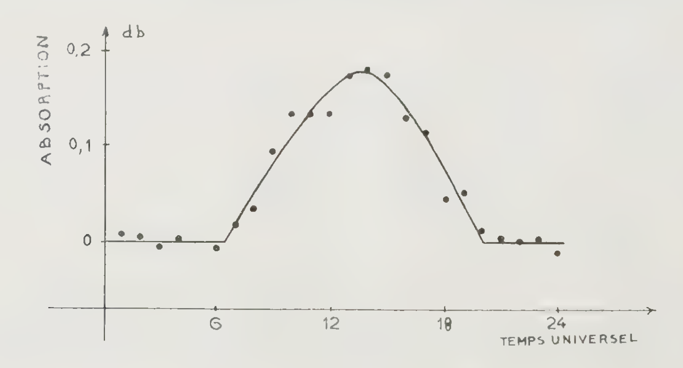


Fig. 3. — Absorption par la couche D au voisinage du solstice d'été.

Ces résultats sont qualitativement assez comparables à ceux que A. P. Mitra et C. A. Shain ([2]) ont obtenus a partir d'observations analogues effectuées sur 18,3 Mc/s. Ces auteurs ont proposé d'attribuer cette atténuation, à

([2]) *J. Atmosph. Terr. Phys.*, 4, 1953, p. 204.

l'absorption sélective par la couche F 2; nos mesures suggèrent que *l'occultation* par F 2 d'une partie du rayonnement galactique pourrait contribuer aussi à l'effet qui vient d'être décrit.

Absorption par la couche D. — *Pendant le jour*, on trouve encore que l'atténuation moyenne est une fonction croissante de f_0F 2, mais à condition de comparer des mesures effectuées à la même heure locale (*fig.* 2). Tout se passe comme si une absorption supplémentaire, variable avec l'heure locale, s'ajoutait à l'atténuation due à F 2. En été, on peut admettre, comme première approximation, que les courbes d'absorption obtenues pour chaque heure locale, sont des droites parallèles, et déterminer la variation diurne de cette absorption supplémentaire (*fig.* 3). Celle-ci présente les caractéristiques d'une absorption par une couche basse de l'ionosphère et doit être très probablement attribuée à la *couche* D.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Bande passante et dispersion des guides d'ondes chargés par des iris circulaires*. Note (*) de M. **René Combe**, présentée par M. Louis de Broglie.

On établit des formules approchées donnant la bande passante et la dispersion des guides chargés; on détermine les tolérances à respecter dans les dimensions des éléments de guides, et dans le contrôle de la fréquence et de la température pour obtenir une valeur de la longueur d'onde guidée avec une précision donnée. Ces résultats s'appliquent particulièrement aux accélérateurs linéaires d'électrons.

La théorie des guides circulaires à structure périodique fournit, comme équation de propagation d'une onde à symétrie de révolution possédant une composante longitudinale de champ électrique la relation suivante [1] :

$$\frac{F_1(ka)}{F_0(ka)} = \frac{d}{D} ka \sum_{m=-\infty}^{+\infty} \frac{J_1(\chi_m a)}{(\chi_m a) J_0(\chi_m a)} \frac{J_0\left(\frac{\beta_m d}{2}\right) \sin\left(\frac{\beta_m d}{2}\right)}{\frac{\beta_m d}{2}}, \tag{1}$$

avec

$$k = \frac{2\pi}{\lambda_0}, \qquad \beta_0 = \frac{2\pi}{\lambda_g}, \qquad \beta_m = \beta_0 + \frac{2\pi m}{D}, \qquad k^2 = \beta_m^2 + \chi_m^2.$$

λ_0, longueur d'onde dans le vide; λ_g, longueur d'onde guidée.

$$F_0(k\rho) = J_0(k\rho)\, Y_0(kb) - Y_0(k\rho)\, J_0(kb),$$
$$F_1(k\rho) = J_1(k\rho)\, Y_0(kb) - Y_1(k\rho)\, J_0(kb);$$

De part et d'autre de λ_0, deux longueurs d'onde de coupure correspondent : λ_{01} à $\lambda_g = 2D$ et λ_{02} à $\lambda_g \infty$.

(*) Séance du 12 avril 1954.

(1) W. Walkinshaw, *Proc. Phys. Soc., London*, 61, 1948, p. 246.

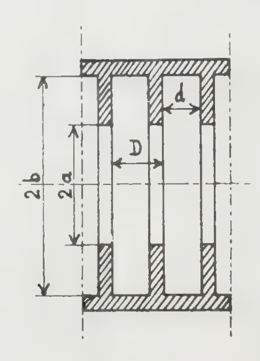
Pour $\lambda_g = 2D$, on a $\beta_m = (1 + 2m)\pi/D$. En ne retenant que les termes d'indices 0 et -1, et en négligeant D^2 devant $\lambda_1^2/4$, l'équation (1) devient :

$$\frac{F_1(k_1 a)}{F_0(k_1 a)} = \frac{2d}{D} \frac{k_1 a}{\frac{j\pi a}{D}} \frac{J_1\left(\frac{j\pi a}{D}\right)}{J_0\left(\frac{j\pi a}{D}\right)} \frac{J_0\left(\frac{\pi d}{2D}\right)\sin\left(\frac{\pi d}{2D}\right)}{\frac{\pi d}{2D}}, \qquad \text{avec} \quad k_1 = \frac{2\pi}{\lambda_{01}}. \tag{2}$$

Pour $\lambda_g \infty$, $\beta_0 = 0$, $\chi_0 = k$, et en se limitant à $m = 0$:

$$\frac{F_1(k_2 a)}{F_0(k_2 a)} = \frac{d}{D} \frac{J_1(k_2 a)}{J_0(k_2 a)}, \qquad \text{avec} \quad k_2 = \frac{2\pi}{\lambda_{02}}. \tag{3}$$

Les formules (2) et (3) permettent de calculer k_1, k_2, λ_{01}, λ_{02}, et la bande



passante $\lambda_{01} - \lambda_{02}$. Nous calculerons la dispersion $\mathcal{D}$ au point $\lambda_g = \lambda_0$ où $\beta_0 = k$ et $\chi_0 = 0$

$$\mathcal{D} = \frac{\partial \lambda g}{\partial \lambda_0} = \left(\frac{k}{\beta_0}\right)^2 \frac{\partial \beta_0}{\partial k} \sim \frac{\partial \beta_0}{\partial k}.$$

En différentiant l'équation (1), on trouve, tous calculs faits

$$\Phi_a \,\delta(ka) - \Phi_b \,\delta(kb) = \frac{1}{2}\delta\left(a\frac{d}{D}k\right) + \frac{a^3}{8}\frac{d}{D}k^2\,\delta k - \frac{5}{48}a\frac{d^2}{D}k^3\,\delta d - \frac{a}{8}\frac{d}{D}k^2\left(a^2 + \frac{5}{6}d^2\right)\delta\beta_0, \tag{4}$$

avec

$$\Phi_a = 1 + \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^2 - \frac{F_1}{kaF_0}, \qquad F'_1 = -J_0(ka)Y_1(kb) + Y_0(ka)J_1(kb);$$

$$\Phi_b = \frac{F_{11}}{F_0} + \frac{F_1 F'_1}{F_0^2}, \qquad F_{11} = J_1(ka)Y_1(kb) - Y_1(ka)J_1(kb).$$

En faisant dans (4) : $\delta a = \delta b = \delta d = \delta D = 0$, on obtient

$$\mathcal{D} = -\frac{2}{\pi^2}\left(\frac{\lambda_0}{a}\right)^2 \frac{D}{d} \frac{\left(\Phi_b \frac{b}{a}\right) - \Phi_a - 1 \left(\frac{d}{2D}\right)\left(1 + \frac{\pi^2 a^2}{\lambda_1^2}\right)}{1 + \frac{5d^2}{6a^2}}.$$

La formule (4) donne aussi $\partial\lambda_g/\partial a$ (avec $\delta b = \delta d = \delta \mathrm{D} = \delta k = 0$) et d'une manière analogue $\partial\lambda_g/\partial b$, $\partial\lambda_g/\partial d$ et $\partial\lambda_g/\partial \mathrm{D}$.

$$\frac{\partial\lambda_g}{\partial a} = \frac{2}{\pi^2}\left(\frac{\lambda_0}{a}\right)^3 \frac{\mathrm{D}}{d}\,\frac{\Phi_a - \dfrac{d}{2\mathrm{D}}}{1+\dfrac{5\,d^2}{6a^2}}, \qquad \frac{\partial\lambda_g}{\partial b} = -\frac{2}{\pi^2}\left(\frac{\lambda_0}{a}\right)^3 \frac{\mathrm{D}}{d}\,\frac{\Phi_b}{1+\dfrac{5\,d^2}{6a^2}},$$

$$\frac{\partial\lambda_g}{\partial d} = -\frac{1}{\pi^2}\left(\frac{\lambda_0}{a}\right)^2 \frac{\lambda_0}{d}\,\frac{1-\dfrac{5\,d^2\pi^2}{6\lambda_0^2}}{1+\dfrac{5\,d^2}{6a^2}}, \qquad \frac{\partial\lambda_g}{\partial \mathrm{D}} = \frac{1}{\pi^2}\left(\frac{\lambda_0}{a}\right)^2 \frac{\lambda_0}{\mathrm{D}}\,\frac{1}{1+\dfrac{5\,d^2}{6a^2}}.$$

D'autre part, si α est le coefficient de dilatation linéaire du métal constituant le guide, et θ la température :

$$\frac{1}{\alpha}\frac{\partial\lambda_g}{\partial\theta} = a\frac{\partial\lambda_g}{\partial a} + b\frac{\partial\lambda_g}{\partial b} + d\frac{\partial\lambda_g}{\partial d} + \mathrm{D}\frac{\partial\lambda_g}{\partial \mathrm{D}}.$$

Si l'on s'impose la précision désirée sur λ_g, les formules ci-dessus donnent les tolérances à respecter sur la fréquence f, sur a, b, d, D et sur θ.

Le tableau ci-dessous donne des valeurs numériques et les compare aux résultats expérimentaux. E_0 est l'amplitude du champ électrique E_z sur l'axe du guide pour un flux de puissance H. F. de 500 kW. Les écarts admissibles Δf, Δa, Δb et $\Delta\theta$ correspondent à un écart imposé $\Delta\lambda_g = 1$ mm. Les guides sont en aluminium, et pour tous $\lambda_0 = \lambda_g = 10$ cm.

N du guide.	D (mm).	d (mm).	$2a$ (mm).	$2b$ (mm).	E_0 (V/cm).	Bande passante théor. (Mc/s).	Bande passante expér. (Mc/s).	Dispersion théor.	Dispersion expér.	Δf théor. (Mc/s).	Δa théor. (μ).	Δb. théor. (μ).	$\Delta\theta$ théor. (°C).
1	10	7,5	46,81	87,87	9 000	942	864	7,95	7,80	3,77	92,6	46,3	58,1
2	10	7,5	33,10	82,86	18 000	475	396	20,4	18,5	1,47	48,6	18,0	20,6
3	10	7,5	23,40	79,13	36 000	175	167	55,2	58,8	0,54	24,5	6,8	7,5
4	20	15	33,10	82,92	18 000	240	214	14,2	17,8	2,11	72,4	26,7	31,7

ÉLECTROTECHNIQUE. — *Expression générale des constantes de temps de l'inducteur d'une machine synchrone triphasée non saturée*. Note (*) de MM. **Jean Lagasse** et **Gérard Lesbordes**, transmise par M. Charles Camichel.

Les auteurs proposent une détermination théorique des constantes de temps de l'inducteur d'une machine synchrone et indiquent la bonne concordance de leurs conclusions avec les vérifications expérimentales.

Comme il est bien connu, une mesure effectuée aux bornes de l'inducteur d'une machine synchrone permet d'obtenir d'une part lorsque l'induit est

(*) Séance du 12 avril 1954.

ouvert, la valeur L_1 de l'inductance propre de cet inducteur et d'autre part, lorsque l'induit est en court-circuit, la valeur N_1 de l'inductance des fuites totales rapportées à l'inducteur.

Il apparaît dès lors que lorsque l'induit est fermé sur une impédance quelconque, $Z = R + j(L\omega - 1/C\omega)$ il est possible de dire que l'inducteur présente une inductance $\mathcal{N}$ que nous allons déterminer.

Les équations représentatives du fonctionnement de l'alternateur se présentent sous la forme :

(1) $$V = Z\,I,$$

(2) $$E_R = V + jX\,I$$

(3) $$E = \dot{V} + j(X + K\alpha)\,\bar{I}$$

en désignant par K la pente de la caractéristique à vide, X la réactance des fuites totales ramenées à l'induit.

α le coefficient d'équivalence entre induit et inducteur déterminé à partir de $X + K\alpha = K/K'$, K' étant la pente de la caractéristique en court-circuit.

Soit J_R le courant d'excitation J corrigé de $\alpha\bar{I}$ qui traduit l'action magnétisante ou démagnétisante du courant de l'induit.

Dans ces conditions, transformons comme suit le produit $E_R = KJ_R$:

$$KJ_R = \frac{K}{L_1} L_1 J_R = \frac{K}{L_1} \mathcal{N} J$$

en posant $L_1 J_R = \mathcal{N} J$ tout comme l'on écrit, dans le cas où l'induit est en court-circuit :

$$N_1 J = L_1 (J - \alpha I_{c\text{-}c}).$$

A partir des équations (1), (2) et (3) on parvient alors à :

$$\mathcal{N} = L_1 \sqrt{\frac{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} + X\right)^2}{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} + X + K\alpha\right)^2}},$$

expression de la valeur de l'inductance que présente l'inducteur de la machine lorsque l'induit est fermé sur une impédance Z.

La constante de temps θ de l'inducteur de l'alternateur s'obtient ensuite immédiatement en remarquant que :

(4) $$\theta = \frac{\mathcal{N}}{R_1},$$

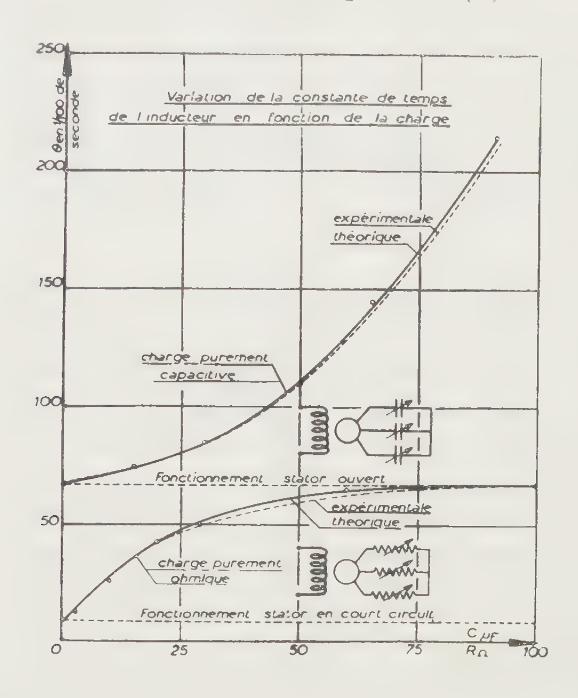
R_1 étant la résistance de l'inducteur.

Nous avons vérifié la valeur ci-dessus de θ en étudiant la variation de la constante de temps d'un alternateur en fonction de la charge, dans les deux cas suivants :

a. circuit extérieur uniquement résistant;

b. circuit extérieur uniquement capacitif.

Les constantes de temps ont été déduites d'enregistrements de phénomènes transitoires effectués à l'aide d'un oscillographe électromagnétique puis comparées aux valeurs calculées à partir de l'expression (4).



Les courbes données sur la figure montrent la bonne concordance entre les résultats théoriques et expérimentaux. On remarque en particulier, que lorsque l'alternateur fonctionne sur circuit capacitif (cas de l'alimentation d'une longue ligne à vide) les phénomènes transitoires de l'excitation de cet alternateur présentent des constantes de temps toujours supérieures à celle du fonctionnement à induit ouvert. Une remarque inverse s'applique au cas du fonctionnement sur charge entièrement active.

OPTIQUE CORPUSCULAIRE. — *Sur le contraste des images en microscopie protonique dû à la diffusion élastique et inélastique des protons dans les éléments légers.* Note de MM. **Paul Chanson** et **Claude Magnan**, présentée par M. Louis de Broglie.

Il est discuté du rôle de la diffusion élastique et inélastique des électrons et des protons de 50 keV dans des objets organiques de 5 mμ d'épaisseur. On a pu montrer que la diffusion élastique entraîne un fort contraste dans les images obtenues en microscopie protonique.

Les images obtenues en microscopie protonique d'objets formés de substances organiques semblent nettement plus contrastées qu'en microscopie électronique, à ouverture égale et à énergie égale. Ceci nous a conduit à

discuter de manière plus précise le rôle des divers processus de diffusion, pour de petits angles, dans des membranes organiques d'épaisseurs voisines de 5 mμ, d'abord dans le cas des électrons et ensuite dans celui des protons.

Diffusion élastique. — Le problème de la diffusion de particules chargées par le champ coulombien du noyau donne en première approximation la formule bien connue de Rutherford. Cependant aux très petits angles cette formule n'est plus correcte et il faut appliquer la formule proposée par Born ([1]) qui donne la section efficace différentielle de diffusion pour de petits angles $\sigma_0 = 2\pi[2mZe^2/p^2(\theta^2+\theta_0^2)]^2\,\theta\,d\theta$, p est l'impulsion de la particule et $\theta_0 = \lambdabar/a$ et $a = \hbar^2/me^2Z^{\frac{1}{3}}$.

Si M est la masse de la particule incidente, et m celle de l'électron, on a $\theta_0 = (Z^{1/3}/137\beta)(m/M)$ où $\beta = v/c$. θ_0 joue le rôle d'un angle limite inférieur de diffusion. Mais ceci n'est valable que si l'approximation de Born ([2]), ([3]), est valable. Les calculs théoriques de E. J. Williams ([4]), ([5]), en bon accord avec les résultats expérimentaux de H. Geiger ([6]), conduisent à poser que cette condition est remplie si l'expression $\gamma = Ze^2/\hbar c = Z/137\beta$ ([7]) est petite devant l'unité.

Microscopes électroniques. — γ est, pour des électrons de 50 KeV et des substances de $Z = 7$, égal à 0,1. La condition précédente est donc remplie. On trouve alors que $\theta_0 = 4{,}3\times10^{-2}$ rad.

Si θ_1 est l'angle d'ouverture de l'objectif du microscope, l'intégration de la section efficace différentielle de diffusion de θ_1 à π pourra s'écrire $\sigma_{\theta_1\pi} = 4\pi m^2Z^2(e^4/p^4)[1/(\theta_1^2+\theta_0^2)] = 6\times10^{-19}$ cm^2. avec $\theta_0 = 4{,}3\times10^{-2}$, $\theta_1 = 2\times10^{-3}$, $E = 50$ keV, $Z = 7$.

Nous devons maintenant évaluer le libre parcours moyen d'électrons de 50 keV dans une couche organique de 5 mμ d'épaisseur, où le Z moyen sera pris égal à 7, la densité égale à 1. L'évaluation du nombre d'électrons, qui ont passé le diaphragme, conduit à la formule d'absorption $N = N_0e^{-\mu x}$ où $\mu = \sigma\delta$ et δ étant le nombre d'atomes par centimètre cube de la membrane, soit $\delta = 4.10^{22}$. Il s'ensuit que le libre parcours moyen $x_0 = 1/\mu = 1/\sigma\delta = 400$ mμ. On pourra donc dans ce cas négliger les diffusions multiples. Il s'ensuit que le contraste

$$C = \frac{N_0 - N}{N_0} = 1 - e^{-\mu x} = 1 - e^{-\frac{1}{80}}; \qquad C = 0{,}0125$$

donc négligeable.

([1]) *Atomic physics*, p. 321, 3e édit., Blackie Ed. (London).

([2]) E. Segré, *Experimental Nuclear physics*, 1, p. 278; John Wiley and Son Ed. New-York.

([3]) E. Segré, *ibid.*, p. 284.

([4]) *Rev. Mod. Phys.*, 17, 1945, p. 217.

([5]) *Proc. Roy. Soc.* (London) A 169, 1939, p. 531.

([6]) *Proc. Roy. Soc.*, A 83, 1910, p. 492.

([7]) J. Winter, *Thèse de Doctorat*, Masson, 1934.

Microscopie protonique. — La condition $\gamma = Z/137\beta \ll 1$ n'est plus remplie, car ici, à énergie égale, $\beta = 1/86$ et $\gamma = 4,5$. Dans ce cas on pose

$$\theta_0 = \gamma \frac{\bar{\lambda}}{a} \quad (3).$$

Il vient alors $\theta_0 = (Z^{1/3}/137\beta)(m/M)(Z/137\beta) = 4,4.10^{-3}$ rad, où M est la masse du proton.

Le calcul précédent de la section efficace de θ_1 à π pour cette nouvelle valeur de θ_0 donne $\sigma_{\theta_1\pi} = 4,8.10^{-17}$ cm^2 et le libre parcours moyen $x_0 = 5$ mμ. Il s'ensuit que le contraste $C = (N_0 - N)/N_0 = 1 - e^{-x/x_0} = 1 - e^{-1}$ $x = 5$ mμ, donc $C = 0,77$.

On peut donc dire que la diffusion élastique pour des protons dans des membres organiques de 5 mμ d'épaisseur donne un contraste important.

Diffusion inélastique. — La conservation de l'impulsion et la conservation de l'énergie donnent $\theta^2 = (\Delta E/E).(m/M)$, θ est l'angle de diffusion supposé petit, E l'énergie du corpuscule incident et ΔE l'énergie perdue, M la masse du corpuscule. On prendra ΔE égal au potentiel d'ionisation de l'azote, en supposant que l'énergie perdue par simple excitation de l'électron est négligée.

Électrons incidents. — Ici $m = M$ et $\theta = 17.10^{-3}$ rad. pour des électrons de $E = 50$ keV.

La connaissance du parcours des électrons de faible énergie dans l'air permet de calculer le libre parcours moyen dans une membrane organique de 5 mμ et de le trouver égal à $x_0 = 15,9$ mμ. Le contraste sera encore donné par $C = (N_0 - N)/N_0 = 1 - e^{-(x/x_0)} = 1 - e^{-(1/3)}$, $C = 0,28$. Même en couche mince, la diffusion inélastique peut définir pour les électrons un contraste.

Protons incidents. — Ici $M = 1840$ et, à énergie égale, on aura $\theta = 0,4 \times 10^{-3}$ rad. Pour le libre parcours moyen de protons de 50 keV dans une membrane organique de 5 mμ, nous savons ([8]) que la perte d'énergie par ionisation est de 350 eV. Ceci correspond à 10 paires d'ions formées c'est-à-dire à 10 chocs capables d'arracher un électron. Le libre parcours moyen sera

$$x_0 = \frac{5}{10}\ \mathrm{m}\mu = 0,5\ \mu.$$

Nous aurons donc affaire à une diffusion multiple. En raisonnant sur une distribution gaussienne des angles, ce qui est une estimation de l'angle de diffusion moyen, nous obtenons $\sqrt{10}\,\theta_{\mathrm{cal}}$, soit $\theta_{\mathrm{moy}} = 1,3 \times 10^{-3}$ rad, inférieur à l'angle d'ouverture θ_1.

Les protons qui traversent un objet de 5 mμ ne donnent pas de contraste par diffusion inélastique.

En résumé, l'effet global de la diffusion dans des objets de 5 mμ conduit à un contraste trois fois plus important avec les protons qu'avec les électrons.

([8]) P. CHANSON, *Thèse de Doctorat*, Masson, 1947, p. 77.

PHOTOÉLECTRICITÉ. — *Essai d'interprétation électronique des phénomènes d'inertie dans les photopiles.* Note (*) de M. **Georges Blet**, présentée par M. Gustave Ribaud.

On a coutume d'expliquer les phénomènes d'inertie dans les photopiles en faisant intervenir dans le schéma représentatif deux paramètres fondamentaux : la capacité interne et la résistance interne.

L'explication des résultats expérimentaux conduit à admettre que ces deux paramètres sont essentiellement variables et dépendent, entre autres, de la valeur de l'éclairement et de la valeur du courant de polarisation.

Nous avons cherché une interprétation de ces variations et l'avons trouvée en partant des données suivantes :

1° Les photoélectrons émis sont régis par la loi de Lambert et par une loi de distribution scalaire des vitesses.

2° La conductibilité de la couche d'arrêt est une fonction croissante du nombre d'électrons libres qu'elle contient par unité de volume.

La première hypothèse permet de déterminer la loi d'arrivée des photoélectrons sur l'électrode collectrice en fonction du temps : la courbe représentative est pratiquement confondue avec la courbe de charge d'un condensateur. Cette courbe est l'intégrale de la courbe de distribution des vitesses normales.

La seconde hypothèse explique le mécanisme de variation de la résistance interne avec l'éclairement. Cette résistance diminue lorsque l'éclairement augmente par suite de l'accroissement du nombre d'électrons libres circulant dans la couche d'arrêt. Les conditions aux limites conduisent à admettre pour la conductivité la relation suivante :

$$\sigma = K(n_0 + n),$$

K, étant un facteur de proportionnalité;

n_0, le nombre d'électrons libres par unité de volume à l'obscurité;

n, le nombre d'électrons libres par unité de volume dus à une cause extérieure (éclairement ou polarisation).

L'ensemble de ces deux hypothèses associées à celle du potentiel retardateur permet de déterminer la courbe d'établissement du potentiel aux bornes lorsque l'on éclaire la cellule.

Cette courbe dépend entre autres de la polarisation et de l'éclairement.

Il est possible de tracer les courbes correspondant à diverses valeurs du rapport n/n_0 : on obtient ainsi le réseau ci-contre.

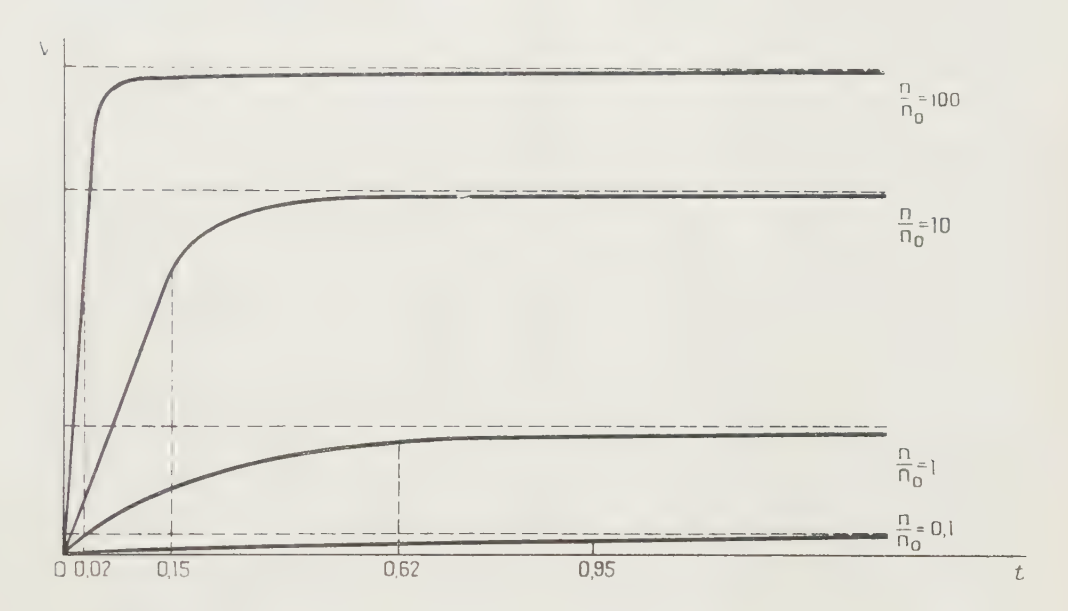
L'expérience donne des courbes transitoires parfaitement superposables à celles-ci lorsque l'on fait croître l'éclairement (c'est-à-dire n/n_0).

(*) Séance du 5 avril 1954.

Les constantes de temps respectives sont données ci-dessous :

$\frac{n}{n_0}$	0	0,1	1	10	100
τ	1	0,94	0,62	0,15	0,02

De ces interprétations il ressort que la constante de temps d'une photopile est une grandeur intrinsèque caractérisant la nature de la couche d'arrêt à l'obscurité (distribution de vitesse des photoélectrons et densité des électrons libres) et indépendante des dimensions géométriques (surface) de la photopile.



Elle est également indépendante de la longueur d'onde de la lumière excitatrice, puisqu'elle ne dépend que de la loi de distribution des électrons et de leur nombre. Leur vitesse initiale en valeur absolue n'intervient pas, vu le grand nombre de chocs subis par les électrons avant de parvenir à l'électrode collectrice.

L'expérience confirme parfaitement ce résultat.

OPTIQUE MOLÉCULAIRE. — *Polarisabilité et planéité moléculaire.* Note de MM. **Auguste Rousset** et **Adolphe Pacault** présentée par M. Jean Cabannes.

Les propriétés chimiques et physiques des molécules aromatiques polycycliques sont liées à l'orientation relative des cycles qui les constituent. Lorsque les cycles sont insulés soit par une chaîne, soit parce qu'ils font un certain angle entre eux, la plupart des grandeurs caractéristiques de la molécule sont, suivant leur nature, sensiblement la somme scalaire, vectorielle ou

tensorielle des grandeurs correspondantes des cycles. Lorsque, au contraire, ces cycles sont dans un même plan les règles d'additivité ne sont plus vérifiées et l'étude comparée des propriétés de la molécule et du benzène met en évidence entre les différentes parties de la molécule une conjugaison dont des électrons π sont principalement responsables.

La détermination des angles que font entre eux les cycles constituants dans des molécules polycycliques (diphényle; diphényles substitués; di, tri tétraphénylméthane; etc.) est un problème difficile que les différentes méthodes de la chimie physique (rayons X, diffraction électronique, polarisations magnétique et électrique) s'emploient à résoudre sans qu'aucune d'elles puisse prétendre le faire d'une façon satisfaisante et dans tous les cas.

Nous proposons une méthode nouvelle, fondée sur la diffusion de la lumière (effet Rayleigh), permettant des recoupements souhaitables.

On sait que toute molécule anisotrope peut être définie par trois axes principaux de polarisabilité. Cette propriété est liée à la plus ou moins grande mobilité des électrons et l'on évalue cette dernière, soit par les polarisabilités optiques A_1, A_2, A_3, soit par les polarisabilités électriques α_1, α_2, α_3, soit par les polarisabilités magnétiques χ_1, χ_2, χ_3, suivant le phénomène auquel on se réfère; réfraction et diffusion moléculaire, effet Kerr, effet Cotton-Mouton et mesure directe des susceptibilités magnétiques.

L'intensité de la diffusion de la lumière, due aux fluctuations d'orientation des molécules anisotropes, est liée très simplement à l'anisotropie optique $\delta^2 = \Sigma(A_1 - A_2)^2/2(A_1 + A_2 + A_3)^2$. Tandis que dans le cas des gaz δ^2 se déduit de la seule mesure du facteur de dépolarisation, dans le cas des milieux condensés (liquides purs ou solutions), il faut y ajouter la mesure de la constante de Lord Rayleigh. C'est ainsi qu'on a mesuré l'anisotropie moléculaire du benzène en solution étendue dans un solvant isotrope, comme le tétrachlorure de carbone, et trouvé : $\delta_0^2 = 26.10^{-3}$ (1). Or la symétrie du noyau benzénique nous permet de poser $A_1 = A_2 \neq A_3$ et donc $\delta_0 = A_1 - A_3/(2A_1 + A_3)$.

Supposons tout d'abord que les cycles qui constituent une molécule polycyclique d'anisotropie δ^2 soient insulés dans ce cas $\delta^2 \leqq \delta_0^2$. Si la symétrie de cette molécule permet de fixer l'orientation relative des noyaux au moyen d'un angle unique α et si l'on conserve aux différents noyaux benzéniques les mêmes réfractivités que dans le benzène, le rapport δ^2/δ_0^2 peut toujours s'exprimer uniquement en fonction des lignes trigonométriques de l'angle α ($\delta^2/\delta_0^2 = f(\alpha)$). De la mesure de δ^2 et de δ_0^2, on peut tirer α.

Lorsque l'expérience conduit à une valeur $\delta^2 > \delta_0^2$, il faut rejeter l'hypothèse de l'insulation des cycles. La molécule est plane selon toute vraisemblance et l'on mesure alors une anisotropie caractéristique de cet édifice moléculaire dans lequel les cycles sont conjugués.

---

(1) A. Rousset et R. Lochet, *J. Phys. Rad.*, **13**, 1952, p. 289.

En résumé, la comparaison des valeurs expérimentales de δ^2 et de δ_0^2 indiquera si la molécule est plane ou non. Si elle ne l'est pas ($\delta^2 < \delta_0^2$), l'angle α qui fixe l'orientation des cycles constituants pourra être déterminé dans les cas de symétrie favorables.

C'est ainsi que l'étude de la diffusion Rayleigh des solutions étendues de dibenzyle dans le cyclohexane conduit à $\delta^2 = \delta_0^2 = 26.10^{-3}$, on en déduit que les deux noyaux benzéniques sont pratiquement non conjugués mais cependant dans des plans parallèles. L'anisotropie du diphénylméthane est inférieure à celle du benzène ($\delta^2 = 18,6.10^{-3}$); on calcule l'angle des deux noyaux, $\alpha = 40°$. L'anisotropie du triphénylméthane est plus faible encore ($\delta^2 = 6,4.10^{-3}$), d'où l'on conclut que les plans des trois noyaux benzéniques sont inclinés de 60° par rapport aux plans verticaux du groupe de symétrie C_{3v}.

La molécule de diphényle, au contraire, est beaucoup plus anisotrope que le benzène $\delta^2 = 80.10^{-3}$. Ce résultat est en faveur d'une structure plane pour laquelle l'ellipsoïde des réfractivités n'est plus de révolution. Si l'on admet que la faible polarisabilité mesurée sur la perpendiculaire au plan commun vaut le double de celle correspondant au noyau benzénique, soit $2A_3$, on peut vérifier que, dans le plan de la molécule, les réfractivités principales valent respectivement 2,7 et 1,3 fois la plus grande réfractivité A_1 du benzène.

Ces résultats qui permettent d'évaluer la conjugaison des noyaux aromatiques complètent heureusement ceux que l'on peut déduire des mesures magnétiques comme l'un de nous et ses collaborateurs [2] l'ont montré en étudiant expérimentalement et théoriquement l'anisotropie magnétique par mesure directe. On remarquera, en effet, que la délocalisation des électrons se faisant dans le plan des noyaux, les polarisabilités optiques dans ce plan sont nettement différentes (leur rapport est égal à 2 pour le diphényle) tandis que la polarisabilité magnétique sur la perpendiculaire au plan, qui est principalement modifiée par cette délocalisation, intègre l'effet global et prend la valeur $2\chi_3$ (χ_3, susceptibilité magnétique moléculaire du benzène suivant l'axe perpendiculaire au plan du noyau) c'est-à-dire n'est pas plus modifiée que la somme des réfractivités dans le plan du noyau qui garde sensiblement la valeur $4A_1$ puisqu'on vérifie que la polarisabilité optique moyenne du diphényle est sensiblement double de celle du benzène.

Dans cet exposé, nous avons voulu simplement énoncer le principe et montrer les possibilités de la méthode en l'illustrant de quelques exemples. Les développement du calcul, les discussions sur la légitimité des hypothèses, les résultats d'autres mesures feront l'objet d'un Mémoire plus détaillé.

---

(2) A. PACAULT, *Experientia*, **10**, 1954, p. 41.

PHYSIQUE CRISTALLINE. — *Spectre Raman de basse fréquence du chlorure d'aluminium hydraté.* Note de MM. **Georges Champier** et **André Galy**, présentée par M. Jean Cabannes.

Alors que les fréquences attribuables aux vibrations internes des molécules d'eau manifestent de nombreuses anomalies ([1]), les raies de basse fréquence sont toutes représentables par un tenseur. Dans ce qui suit, nous utiliserons les notations indiquées dans ([1]). Les résultats expérimentaux sont consignés dans le tableau I.

Tableau I.

Fréquences Raman observées dans le chlorure d'aluminium.

Fréquences (cm^{-1}).	72.	125.	145.	179.	295.	308.	438.	460.
Type..........	Eg + (Ag ?)	Eg	Ag + Eg	Ag + Eg	Ag	Eg	?	Ag
Intensité.......	F	F	F	F	F	F	ff	m

Fréquences (cm^{-1}).	518.	536.	615.	700.	803.	818.
Type................	?	Eg ?	Ag + Eg	Ag	Ag	Eg
Intensité.............	f	f	f	m	m	m

Les raies Raman de fréquence inférieure à 308 cm^{-1} sont toutes intenses et étroites; au-dessus de 308 cm^{-1}, on observe des bandes de faible intensité, dont la largeur atteint parfois 30 cm^{-1}.

Si on suppose l'absence de fréquences de translation-pivotement, qui semblent assez improbables lorsqu'on examine les mouvements possibles des molécules d'eau dans le cristal, le dénombrement des basses fréquences est le suivant :

fréquences de translation : 4 de type Ag, 9 de type Eg,

fréquences de pivotement des molécules d'eau : 3 de type Ag, 3 de type Eg.

Une hypothèse vraisemblable consiste à admettre que les quatre fréquences de translation de type Ag sont 72, 145, 179, 295 cm^{-1}. Afin de vérifier cette hypothèse, et de préciser la nature des mouvements qui apparaissent, nous avons essayé le calcul de ces fréquences en admettant que, lorsque les ions ou les molécules sont déplacés, l'énergie potentielle de déformation peut se mettre sous la forme $1/2k\,\Delta r^2$, Δr représentant la variation de distance de deux ions voisins et k une constante caractéristique de la liaison. Cela revient à admettre que les variations d'énergie dues aux forces coulombiennes sont négligeables devant les variations d'énergie dues aux forces à courte distance. Les constantes introduites sont indiquées dans le tableau II

([1]) A. Galy, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 284.

TABLEAU II.

Constantes de liaison introduites.

Nature de la liaison.		Longueur (Å).	Constante correspondante.
Octaèdre $Al(OH_2)_6$	Al—(H_2O)	1,94	k_1
	H_2O—(H_2O)	2,66	k_0
	H_2O—(H_2O)	2,79	k'_0
	H_2O—Cl	3	k_2

Les valeurs numériques qui rendent le mieux compte des fréquences expérimentales sont les suivantes :

$$k_1 = 2,70.10^5 \text{ dynes cm}^{-1};\ k_0 = 1,90.10^5;\ k'_0 = 1,48.10^5;\ k_2 = 0,72.10^5.$$

Nous indiquons dans le tableau III les fréquences expérimentales et celles que fournissent les constantes précédentes. Nous indiquons en outre, pour chaque fréquence, les valeurs relatives des élongations maxima de Cl^- et H_2O : r représente l'élongation de Cl^- le long de l'axe binaire, u, v, w les projections de l'élongation de la molécule d'eau de coordonnées : 1,22, 0,942 et 1,18 Å sur les axes OX, Y, Z.

TABLEAU III.

Caractéristiques de type Ag *des translations de réseau.*

Fréquences Raman observée (cm^{-1}).	Fréquences Raman calculée (cm^{-1}).	r.	Élongations maxima u.	v.	w.
72	71	1	−0,24	0,02	0,20
145	141	1	2,44	−3,60	−1,61
179	183	1	1,55	2,88	−3,54
295	287	1	13,08	4,75	9,90

Comme *a priori* il fallait s'y attendre, la fréquence 72 cm^{-1} est à attribuer à une oscillation où les molécules d'eau restent pratiquement immobiles. Au contraire, la fréquence 295 cm^{-1} correspond à une oscillation où les ions Cl^- restent pratiquement au repos. Ceci est en accord avec les considérations faites par J.-P. Mathieu sur un certain nombre de cristaux hydratés (2).

On est ainsi conduit à penser que les fréquences de pivotement se trouvent dans la zone 308—818 cm^{-1}. Dans ce domaine, les trois fréquences Ag les plus intenses sont 460, 700 et 803 cm^{-1}. La forme de leurs tableaux d'intensité est celle que laisse prévoir la théorie de Kastler et Rousset (3), appliquée aux

(2) *Comptes rendus*, **231**, 1950, p. 896.

(3) *J. Phys.*, 2, 1941, p. 49.

pivotements symétriques des molécules d'eau. Nous admettrons donc que ces trois fréquences sont les trois fréquences Ag de pivotement.

On constate que ces fréquences sont sensiblement inversement proportionnelles aux racines carrées des trois moments d'inertie principaux de la molécule d'eau. Ceci suggère l'hypothèse que les pivotements ont lieu autour des trois axes principaux d'inertie et que le moment des forces de rappel est isotrope.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence d'un électrolyte étranger sur la diffusion de divers anions phosphoriques dans un gel de gélatine.* Note de Mlle **Suzanne Cordier**, MM. **Roger Marignan** et **Jean Salvinien**, présentée par M. Jacques Duclaux.

Nous appliquons notre méthode des isotopes radioactifs à des diffusions en milieu chimiquement homogène renfermant des électrolytes étrangers.

Nous avons déjà indiqué le principe de nos mesures des coefficients vrais de diffusion dans les gels, à l'aide des isotopes radioactifs (1).

La présente Note indique les résultats concernant la diffusion de l'acide orthophosphorique et de plusieurs de ses sels, en présence d'électrolytes étrangers. Cette diffusion s'effectue toujours en milieu *chimiquement homogène*, de sorte que l'activité des ions reste constante tout au long de leur parcours.

Le milieu de diffusion est constitué par des gels à 10 % du même lot de gélatine purifiée, préparés dans des conditions identiques. La température est maintenue à 20°. Les résultats sont alors parfaitement reproductibles.

En *valeur absolue*, les coefficients D de diffusion ne sont connus qu'avec deux chiffres significatifs exacts. La précision est meilleure si l'on considère les *valeurs relatives* obtenues dans notre groupe d'expériences. Elle est suffisante pour confirmer ou infirmer les conclusions théoriques de certains auteurs.

Dans le tableau ci-contre nous indiquons les molarités des électrolytes en présence et les valeurs correspondantes du coefficient vrai de diffusion.

En lisant attentivement ce tableau, on se rendra compte des diverses influences que nous avons recherchées. Nous nous contenterons d'attirer l'attention sur les résultats suivants :

1° le coefficient de diffusion propre D des divers anions phosphoriques croît toujours avec la mobilité du cation étranger. Si les concentrations des deux électrolytes en présence sont du même ordre de grandeur (expériences 1 et 2), D croît aussi avec la mobilité du cation provenant du phosphate diffusant.

2° Contrairement aux conclusions de R. B. Dean, la valeur de D n'est pas

---

(1) J. Salvinien, R. Marignan et S. Cordier, *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 888.

déterminée uniquement par la conductibilité de l'électrolyte de support. D'ailleurs, l'une des hypothèses de calcul de R. B. Dean ne semble pas très valable ([2]).

3° A l'état de traces, l'anion phosphorique diffuse moins vite seul, qu'en présence de l'électrolyte de support (expérience 3). En l'absence de celui-ci, la diffusion est d'ailleurs moins régulière.

Corps diffusant.	Corps étranger.	$D.10^6$.
1. PO_4HNa_2 M/10	Absent	3,7
	ClNa M	3,7
	ClK M	4,6
2. PO_4HK_2 M/10	Absent	4,7
	ClK M	4,7
	ClNa M	4,3
3. PO_4HNa_2 M/10 000	ClNa M	5,40
	ClNa M/10	5,40
	ClNa M/100	5,40
	ClNa M/500	5,35
	Absent	5,20
4. PO_4HNa_2 M/10 000	ClLi M/10	5,30
	ClNa M/10	5,40
	ClK M/10	5,55
5. PO_4HK_2 M/10 000	ClNa M/10	5,43
	ClK M/10	5,55
6. PO_4H_2Na M/10 000	ClLi M/10	5,40
	ClNa M/10	5,55
	ClK M/10	5,70
7. PO_4H_3 M/10 000	ClLi M/10	5,30
	ClNa M/10	5,40
	ClK M/10	5,65
8. PO_4HNa_2 M/10 000	ClNa M/10	5,40
	BrNa M/10	5,49
	INa M/10	5,51
9. PO_4HNa_2 M/10 000	ClLi et ClK	5,30
	en solutions isoconductrices	5,50

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation du phénylacétate d'éthyle avec les cétones par le chlorure d'isopropylmagnésium. Préparation de β-hydroxyesters.* Note (*) de Mme **Yvette Maroni-Barnaud** et M. **Jacques-Émile Dubois**, présentée par M. Marcel Delépine.

Dans ces condensations, différents types d'addition nucléophile sur un groupement carbonyle peuvent se produire. L'orientation de la réaction vers la formation prépondérante de β-hydroxyester est étudiée. Elle dépend à la fois des vitesses d'ionisation et de condensation nucléophile des corps en présence.

([2]) *J. Amer. Chem. Soc.*, 67, I, 1945, p. 31.

(*) Séance du 12 avril 1954.

Nous étudions l'action des halogénures organo-magnésiens ramifiés sur les mélanges de cétone et d'ester afin de déterminer l'orientation des réactions de condensation ([1]). Nous avons constaté qu'on peut, dans certains cas, rendre prépondérante la formation de β-hydroxyester ([2]). Nous exposons ici quelques résultats relatifs à la condensation du phénylacétate d'éthyle avec différentes cétones.

Choix de l'ester. — Le phénylacétate d'éthyle possède un hydrogène très mobile, en α du carbonyle : en présence de chlorure d'isopropylmagnésium, la réaction de double décomposition avec formation de cétone n'a pas lieu, l'anion énolate se forme seul et se condense sur le groupe carbonyle de l'ester libre pour donner 93 % d'α-γ diphénylacétylacétate d'éthyle ([3]), par une réaction « Type Claisen » ([4]).

$$C_6H_5{-}CH_2{-}\overset{O}{\overset{\|}{C}}(OC_2H_5) \leftarrow :\overset{H}{C}(C_6H_5){-}C{=}O(OC_2H_5) \rightleftharpoons C_6H_5{-}CH_2{-}\overset{O^-}{C}(OC_2H_5){-}\overset{H}{C}(C_6H_5){-}\overset{O}{\overset{\|}{C}}{-}OC_2H_5$$

$$\rightleftharpoons C_6H_5{-}CH_2{-}\overset{O}{\overset{\|}{C}}{-}\overset{H}{C}(C_6H_5){-}\overset{O}{\overset{\|}{C}}{-}OC_2H_5 + C_2H_5O^-$$

Cet anion énolate devrait se condenser plus facilement encore sur le groupe carbonyle d'une cétone suivant une réaction « Type Aldolique » ([5]). C'est ce que nous avons tenté de vérifier.

$$R{-}\overset{O}{\overset{\|}{C}}{-}R' \leftarrow :\overset{H}{C}(C_6H_5){-}C{=}O(OC_2H_5) \rightleftharpoons R{-}\overset{O^-}{C}(R'){-}\overset{H}{C}(C_6H_5){-}\overset{O}{\overset{\|}{C}}{-}OC_2H_5 \xrightarrow{H^+} R{-}\overset{OH}{C}(R'){-}\overset{H}{C}(C_6H_5){-}\overset{O}{\overset{\|}{C}}{-}OC_2H_5$$

Mode opératoire. — La duplication de l'ester étant trop rapide pour qu'on puisse opérer en deux phases, nous introduisons le mélange de cétone (0,3 mole) et d'ester (0,2 mole) dans le magnésien (0,5 mole). Dans ces conditions, l'énolisation de la cétone se produit en même temps que celle de l'ester et l'orientation de la réaction dépend du choix de la cétone.

([1]) J. E. Dubois, Y. Maroni-Barnaud et M. Bamberg, *A. Univ. Sar.*, 3, 1953, p. 277.

([2]) J. E. Dubois et Y. Maroni-Barnaud, *Bull. Soc. Chim.*, 20, 1953, p. 949.

([3]) D. Ivanoff et A. Spassof, *Bull. Soc. Chim.*, 49, 1931, p. 375.

([4]) C. R. Hauser, *J. Am. Chem. Soc.*, 60, 1938, p. 1957.

([5]) C. R. Hauser et D. S. Breslow, *J. Am. Chem. Soc.*, 62, 1940, p. 593.

A. *La formation de β-hydroxyester est prépondérante* avec des cétones comme l'heptanone-4 et la cyclohexanone.

Hydroxyester.	F. (° C)	Rdt. %.	C % Obs.	C % Calc.	H % Obs.	H % Calc.
$(C_3H_7)^2.COH.CH(C_6H_5).CO_2.C_2H_5$ (6)...	76-77	68	73,38	73,74	9,35	9,28
⟩$(OH).CH(C_6H_5).CO_2.C_2H_5$ (6)..	62-63	62	73,28	73,66	8,40	8,46

B. Par contre, *le rendement en hydroxyester devient faible ou même nul* :

1° Lorsqu'une réaction parallèle plus rapide fait disparaître la cétone du milieu réactionnel

	Réaction principale.	Hydroxyester.	Rdt %.
Acétone	Cétolisation	$(CH_3)^2.COH.CH(C_6H_5).CO_2.C_2H_5$ (7)	11
Acétophénone .	»	$(C_6H_5).COH.(CH_3).CH(C_6H_5).CO_2.C_2H_5$ (6)	14
Benzophénone .	Réduction	$(C_6H_5)^2.COH.CH(C_6H_5).CO_2.C_2H_5$	0

2° Dans les cas particuliers où la réactivité du carbonyle de la cétone est inférieure à celle du carbonyle de l'ester. La diisobutyl cétone, par exemple, s'énolise mais ne subit aucune réaction de condensation (8).

Dans ces différents cas, l'ester se condense sur lui-même, on obtient le β-cétoester en mélange avec les produits de réaction de la cétone.

Conclusion. — Nous montrons à nouveau que le chlorure d'isopropyl magnésium permet de préparer certains types de β-hydroxyesters et peut avantageusement remplacer les agents de condensation récemment proposés : NH_2Li (9), $(R)^2NMgX$ (10).

Suivant les conditions de structure et d'attaque, un même halogénure organo-magnésien ramifié permet d'orienter les condensations « cétone-ester » vers l'un des quatre composés suivants : β-hydroxyester, β-cétol, β-cétoester, β-dicétone.

La présente Note illustre quelques cas où l'orientation particulièrement sélective conduit à une bonne méthode de préparation.

---

(6) Ces hydroxyesters sont décrits pour la première fois.

(7) E. Blaise et A. Courto, *Bull. Soc. Chim.*, 35, 1906, p. 597.

(8) Ce résultat est à rapprocher du fait qu'on n'a encore jamais réussi à préparer le β-cétol de duplication de cette cétone.

(9) C. R. Hauser et W. H. Puterbaugh, *J. Am. Chem. Soc.*, 75, 1953, p. 1068.

(10) K. Sisido, H. Nozaki et O. Kurihara, *J. Am. Chem. Soc.*, 74, 1952, p. 6254.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du carbonate de glycol sur les hydrazines substituées.* Note de MM. **Raymond Delaby**, **Christian Warolin**, et Mlle **Françoise Brustlein**, présentée par M. Marcel Delépine.

Dans la réaction entre carbonate de glycol et hydrazine (1), il se fait de l'hydrazino dicarboxylate de β-hydroxyéthyle (I), à l'exclusion du dérivé monosubstitué (II) :

(I) $HOCH_2-CH_2-O-CO-NH-NH-CO-O-CH_2-CH_2OH$,

(II) $NH_2-NH-CO-O-CH_2-CH_2OH$.

Ces recherches entreprises en vue d'une étude chimiothérapique appelaient tout naturellement leur extension à l'action de ce même ester sur les hydrazines N-monosubstituées et N-disubstituées asymétriques.

1. *Hydrazines* N-*monosubstituées.* — Si l'on porte vers 60°, durant environ vingt heures, des quantités équimoléculaires de carbonate de glycol et d'une hydrazine N-monosubstituée, telles que la méthylhydrazine, la benzylhydrazine ou la phénylhydrazine, il se forme un composé dont les résultats analytiques et les propriétés correspondent à un hydrazino carboxylate de β-hydroxyéthyle (ou carbazinate de β-hydroxyéthyle) répondant à la formule (III).

(III) $R-NH-NH-CO-O-CH_2-CH_2OH$.

En effet, ces substances soumises à l'action directe du chlorure de thionyle sont chlorées en β, et l'on obtient le carbazinate de β-chloroéthyle (IV).

(IV) $R-NH-NH-CO-O-CH_2-CH_2Cl$.

Celui-ci traité par l'éthylate de sodium en quantité équimoléculaire se cyclise en perdant de l'acide chlorhydrique. Le composé obtenu peut être théoriquement représenté par l'une ou l'autre des formules (V) ou (VI), la structure (V) étant la plus vraisemblable.

R—NH—N———CO
CH₂ O
CH₂
(V)

NH
R—N CO
CH₂ O
CH₂
(VI)

L'acylation des carbazinates de β-hydroxyéthyle (III) au moyen des chlorures d'acyles conduit aux esters. Ainsi le dérivé benzylcarbazinique traité par le

(1) R. Delaby, P. Chabrier et H. Najer, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2374.

chlorure de *p*-nitrobenzoyle donne l'ester (VII)

(VII) $C_6H_5CH_2-NH-NH-CO-O-CH_2-CH_2-O-CO-C_6H_4-NO_2$.

2. *Hydrazines disubstituées.* — Les hydrazines disubstituées asymétriques, telles que la diméthylhydrazine et la diéthylhydrazine, traitées par le carbonate de glycol sensiblement dans les mêmes conditions que les hydrazines monosubstituées, conduisent parallèlement aux carbazinates de β-hydroxyéthyle N-disubstitués (VIII). Toutefois cette réaction ne s'effectue bien que dans le cas des hydrazines substituées par des radicaux non aromatiques, contrairement à ce que nous avons observé avec les hydrazines N-monosubstituées. En effet, nous n'avons pas obtenu de combinaison en utilisant la diphénylhydrazine.

(VIII) $\genfrac{}{}{0pt}{}{R}{R}\!\!>N-NH-CO-O-CH_2-CH_2OH$.

Ces composés (VIII) soumis à l'action de l'iodure de méthyle en milieu acétonique se transforment en sels de carbazinium quaternaires (IX)

(IX) $\left[\begin{matrix}R\\R\\CH_3\end{matrix}\!\!>N-NH-CO-O-CH_2CH_2OH\right]I^-$.

Traités par le chlorure de thionyle, les carbazinates N-disubstitués de β-hydroxyéthyle conduisent aux dérivés chlorés correspondants (X), qui forment également des sels de carbazinium (XI) par action de l'iodure de méthyle

$$\genfrac{}{}{0pt}{}{R}{R}\!\!>N-NH-CO-O-CH_2CH_2Cl \qquad \left[\begin{matrix}R\\R\\CH_3\end{matrix}\!\!>\overset{+}{N}-NH-CO-O-CH_2CH_2Cl\right]I^-$$

(X) (XI)

Les dérivés halogénés (X) soumis à l'action ménagée de l'éthylate de sodium se transforment en aminooxazolidones (XII), dont on peut obtenir les sels d'ammonium quaternaires (XIII) dans les mêmes conditions que ci-dessus.

$$\genfrac{}{}{0pt}{}{R}{R}\!\!>N-N\begin{matrix}-\!\!-\!\!-CO\\ |\qquad\quad |\\ CH_2\quad O\\ \diagdown\ \diagup\\ CH_2\end{matrix} \qquad \left[\begin{matrix}R\\R\\CH_3\end{matrix}\!\!>N-N\begin{matrix}-\!\!-\!\!-CO\\ |\qquad\quad |\\ CH_2\quad O\\ \diagdown\ \diagup\\ CH_2\end{matrix}\right]I$$

(XII) (XIII)

Nous indiquons ci-après les points de fusion de quelques dérivés décrits dans cette Note et dont l'obtention présente souvent des difficultés dans l'isolement des espèces pures :

$R.NH-$ R_2N-.	CH_3NH- (°C).	$C_6H_5CH_2NH-$ (°C).	C_6H_5NH- (°C).	$(CH_3)_2N-$ (°C).	$(C_2H_5)_2N-$ (°C).
Alcools (III et VIII).	($É_{0,5}$: 140-142)	80-81	71	106	73
Sels de carbazinium correspondants (IX).	–	–	–	117	105
Dérivés chlorés (IV et X)............	150 (chlorhydrate)	64	–	141 (chlor.) 50 (base)	– –
Sels de carbazinium correspondants (XI).	–	–	–	185 (déc.)	–
Oxazolidones (V et XII)..............	–	70	–	71	–
Sels d'ammonium correspondants (XIII)..	–	–	–	208 (subl.)	–
Paranitrobenzoates (VII).............	–	172	–	–	–

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une synthèse des thia-γ-pyrones.* Note de Mlle **Françoise Bardone**, présentée par M. Charles Dufraisse.

Il a été montré que la dipropynyl-cétone et la bisphénéthynyl-cétone réagissent avec l'hydrogène sulfuré pour donner la diméthyl-2.6-thia-γ-pyrone et la diphényl-2.6-thia-γ-pyrone. En présence de pentasulfure de phosphore la diméthyl-2.6-thia-γ-pyrone se transforme en diméthyl-2.6-thio-4-thia-γ-pyrone.

Mlle Chauvelier a montré que les cétones -α-α'- diacétyléniques additionnent l'eau et les amines primaires, engendrant, par les intermédiaires isolés ou non, respectivement les γ-pyrones ou les γ-pyridones [1].

On pouvait espérer réussir l'addition sur ces cétones de l'hydrogène sulfuré, conduisant aux isologues sulfurés des pyrones.

La diméthyl-2.6-thia-γ-pyrone : [2]

CH_3

S C=O

CH_3

et la diphényl-2.6-thia-γ-pyrone : [3]

C_6H_5

S C=O

C_6H_5

étaient déjà connues.

(1) J. Chauvelier, *Ann. Chim.*, 3, 1948, p. 395.
(2) Arndt et Natchwey, *Ber*, 58, 1925, p. 1633.
(3) Arndt, Schwarz, Martius et Aron, *Chem. Abstr.*, 42, 1948, p. 4178.

Nous avons cherché à les préparer d'une façon plus directe, par addition d'une molécule d'hydrogène sulfuré sur la dipropynyl-cétone (1) et la bisphénéthynyl-cétone (1).

Dans les deux cas, nous avons opéré en tube scellé et à l'autoclave, la cétone ayant été préalablement dissoute dans l'alcool absolu saturé d'hydrogène sulfuré. Le chauffage de l'autoclave doit être progressif et ne pas durer plus d'une heure, la température ne dépassant pas 100°.

Avec la dipropynyl-cétone le rendement peut atteindre facilement 90 %. La diméthyl-2.6-thia-γ-pyrone, après recristallisation dans le cyclohexane, fond à 104°; elle est incolore.

Analyse. — Théorique % : C 60; H 5,71; S 22,8; trouvé % : C 60,17; H 5,82; S 22,04.

Avec la bisphénéthynyl-cétone la purification du produit brut est plus longue. Plusieurs extractions au cyclohexane sont nécessaires. La diphényl-2.6 thia-γ-pyrone fond à 133°; elle est fortement colorée en jaune. Le rendement ne dépasse pas 50 %.

Analyse. — Théorique % : C 77,27; H 4,55; S 12,12. Trouvé % : C 77,02; H 4,65; S 12,15. P. m. : théorique, 264; trouvé, 285.

Pour obtenir la diméthyl-2.6 thio-4 thia-γ-pyrone :

$$\mathrm{S}\langle\text{ring}\rangle\mathrm{C{=}S},\quad 2\times\mathrm{CH_3}$$

CH3

S⟨ ⟩C=S

CH3

nous avons chauffé à reflux la diméthyl-2.6 thia-γ-pyrone en solution dans le benzène avec du pentasulfure de phosphore pendant 7 heures. Le produit obtenu fond à 116° (2); ses cristaux sont rouge orangés (après chromatographie sur alumine, cette coloration persiste).

Analyse. — Théorique % : C 53,84; H 5,13; S 41,03. Trouvé % : C 53,66; H 5,16; S 41,61. P. m. : théorique, 156; trouvé, 164.

Dans les mêmes conditions, la diphényl-2.6 thia-γ-pyrone semble se polymériser; après plusieurs essais infructueux, nous n'avons pu mettre en évidence la formation de diphényl-2.6 thio-4 thia-γ-pyrone.

PÉTROGRAPHIE. — *Du mécanisme des diffusions de matières dans l'écorce terrestre.* Note (*) de M. **René Perrin**, présentée par M. Charles Jacob.

Il y a peu d'années, l'existence d'un milieu basique liquide, le Sima de Suess, sous-jacent à une pellicule solide mince, à prépondérance de roches acides, le

(*) Séance du 12 avril 1954.

Sial, était universellement admise. Ce liquide était la source des laves et Wegener, sans souci de la parfaite miscibilité des silicates, y faisait plonger des icebergs de Sial à propos de sa théorie de la dérive des continents; celle-ci ou les courants de convection étaient la cause de l'orogenèse. De la différenciation de ce Sima étaient issus les granites, puis les solutions alcalines, cause du métamorphisme. Les conceptions étaient ainsi axées sur la présence de liquides à faible profondeur.

Mais la sismologie tend à montrer que l'écorce est solide jusqu'à de très grandes profondeurs. En présence de ce fait et de nombre d'observations, apparaît prédominant le rôle des diffusions dans les roches solides par lesquelles j'explique depuis 20 ans ([1]) la genèse des roches métamorphiques et plutoniques, c'est-à-dire d'un Sial solide formé par un Sima solide en une tendance au rétablissement d'un équilibre thermodynamique, perturbé par l'érosion. J'ai interprété ([2]) par un processus semblable la naissance des laves volcaniques, dont on ne sait plus où trouver le magma nourricier.

Les écoles françaises, puis finlandaises, ont montré la grande échelle des apports alcalins. Nous avons précisé, M. Roubault et moi, et ceci paraît admis présentement, que ces apports sont compensés par le départ d'autres corps tels que Fe, Mg, Al; c'est ce que nous avons appelé « les diffusions à double sens », générales dans le métamorphisme, les alcalins n'étant qu'un cas particulier très dominant.

Il est dès lors fondamental de discerner le mécanisme des échanges. Le seul problème important est : résultent-ils de transports par circulation de gaz : colonnes filtrantes de P. Termier, ou de liquides : " pore solutions " de Harker, ou de diffusions dans un milieu « stationnaire » solide (légèrement humide ou non)?

La réponse ne me paraît pas douteuse : le transport par circulation implique l'accumulation de Fe, Mg, Al chassés par les alcalins au-dessus des zones granitisées ou migmatisées, soit une échelle immense des fronts basiques de Wegmann et Reynolds. L'observation des batholites granitiques montre qu'il n'en est point ainsi. Le départ de Fe, Mg, Al, étant certain, à la montée des alcalins a dû correspondre la migration en sens inverse des ferromagnésiens, fait qui n'est compatible qu'avec des diffusions dans un milieu stationnaire.

Ne reste qu'une question mineure, actuellement discutée : la diffusion est-elle intracristalline, film intergranulaire de Wegmann, thèse de H. Ramberg ([3]) qui pense que nous allons trop loin en mettant surtout

---

([1]) *Annales des Mines*, septembre 1934.

([2]) *Comptes rendus*, **236**, 1953, p. 948.

([3]) *The origin af metamorphic and plutonic rocks. The University of Chicago Press* 1952.

l'accent sur la diffusion intercristalline, à travers les réseaux ([4]). J'ai indiqué ([5]) que les expériences de Jagitsch qu'il nous oppose n'étaient pas utilisables. En l'état actuel de la science, seule l'observation géologique permet une orientation. Quelques faits :

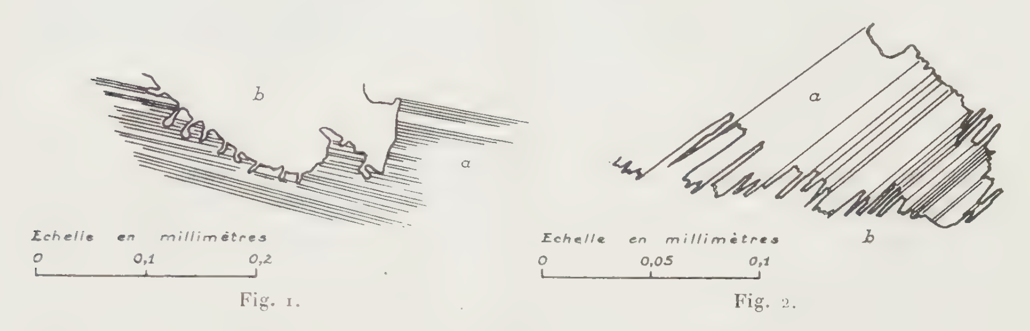


Fig. 1. — Corrosion d'un plagioclase *a* par une orthose *b*.
Fig. 2. — Corrosion d'un plagioclase *a* par un quartz *b*.

1° L'étude de fronts de granitisation montre la corrosion de cristaux anciens par d'autres, qui les remplacent et tous les passages entre cette corrosion et l'inclusion de restes de l'ancien cristal; quand la granitisation se complète, ces restes s'amenuisent. P. Misch ([6]) dit : les cristaux éliminent d'eux-mêmes leurs inclusions; ceci implique diffusion intracristalline. Il serait anormal devant la continuité constatée, que la diffusion soit d'abord intercristalline avant inclusion des restes, puis intracristalline.

2° J'ai cependant donné ([7]) un argument en faveur d'une vitesse de propagation supérieure à celle des diffusions intracristallines. Des restes de biotite subsistent dans des orthoses au cœur de massifs, loin du front de granitisation où les mêmes orthoses corrodent les mêmes biotites. Mais une autre interprétation est possible : l'augmentation de volume inhérente à ce remplacement devient difficile lors de l'inclusion complète dans un cristal ayant acquis ses formes extérieures, d'où freinage de la réaction, en vertu des lois de Le Châtelier (la persistance d'enclaves, dans des granites, me paraît justiciable d'une explication analogue).

3° Pas de liaison apparente entre la vitesse de propagation d'un front et le nombre des joints : des filons d'aplite à petits cristaux et de pegmatite à gros cristaux, formés par remplacement, progressent parallèlement en avant de la granitisation.

4° La prépondérance des diffusions intercristallines entraînerait la fré-

([4]) R. Perrin et M. Roubault, *J. Géol.*, juillet 1949.
([5]) *Congrès Géol. Inter.*, Alger, septembre 1952.
([6]) *Amer. J. Sc.*, avril, juin et octobre 1949.
([7]) *Congrès Géol. Inter.*, Alger, septembre 1952.

quence de la formation de couronnes de réaction ; cette apparence est rare et les corrosions ont des formes souvent capricieuses peu compatibles avec des diffusions limitées aux joints : figures 1 et 2.

Conclusion. — La diffusion intracristalline est prouvée par l'observation, la diffusion intercristalline vraisemblable, mais affirmer, avec Ramberg, que celle-ci a joué le rôle essentiel ne me paraît pas légitimé par les faits actuellement connus.

MÉTALLOGÉNIE. — *Sur la découverte de l'uranium dans les niveaux phosphatés du Maroc (Régions de Chichaoua, Imi n'Tanout, Louis Gentil et Khouribga)* (1). Note de MM. **André Lenoble, Henri Salvan** et **Valéry Ziegler**, présentée par M. Charles Mauguin.

En 1934, le Professeur Arambourg signalait l'existence d'enduits jaunes, imprégnant les fissures des formations au toit et au mur des couches phosphatées, des régions de El Borouj, Louis Gentil. Ces produits, étudiés par le Professeur Orcel, ont été caractérisés comme des vanadates d'uranium voisins de la tiuyamunite, carnotite ou ferghanite (2).

En 1950 l'un de nous, en compagnie de P. Bourrieau enregistrait une légère augmentation de la radioactivité des niveaux phosphatés des régions de Medinet et Amizmiz (Atlas de Marrakech).

Le 28 octobre 1951 nous mettions en évidence une très forte anomalie sur les couches phosphatées appartenant au Maestrichtien, dans la région de Chichaoua. La même observation a été faite à :

— Imi n'Tanout dans les phosphates Maestrichtiens;

— Louis Gentil, dans le Montien;

— El Borouj, dans le Maestrichtien, le Thanétien et l'Yprésien;

— Khouribga, dans l'Yprésien, le Thanétien et le Maestrichtien phosphatés.

Les premières observations effectuées dans cette dernière région, en compagnie de P. Bourrieau, ont permis de mettre en évidence les faits suivants :

— la radioactivité semble se cantonner exclusivement dans les niveaux phosphatés;

— la radioactivité croît nettement avec l'ancienneté des couches;

— la radioactivité croît du toit au mur de celles-ci;

— la radioactivité d'une même couche n'est pas constante, mais sa variation est assez faible.

Au point de vue pratique la base du Maestrichtien phosphaté de la région Oued Zem-A. Delpit, s'est montrée particulièrement radioactive.

---

(1) Document retiré du pli cacheté n° **12929**, déposé le 4 février 1952, ouvert à la demande des auteurs le 15 mars 1954.

(2) C. Arambourg et J. Orcel, *Comptes rendus*, **233**, 1951, p. 1635.

Une série de prélèvements a été étudiée au laboratoire, par M[lle] Suter, au moyen d'un compteur-intégrateur et la présence de l'uranium a été démontrée, avec des teneurs variant de 0,01 à 0,06 % suivant les diverses couches.

Les minéraux voisins de la carnotite, signalés par le Professeur Arambourg, proviendraient alors du lessivage des niveaux phosphatés proprement dits qui constituent le gisement primaire.

Conclusion. — Les teneurs, caractérisées dans ces niveaux, laissent espérer, tout au moins pour certains d'entre eux, une mise en valeur industrielle d'un intérêt considérable, étant donné l'immensité des réserves.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Détermination de l'altitude et de la demi-épaisseur d'une couche ionosphérique régulière, compte tenu de l'action du champ magnétique terrestre (rayons ordinaire et extraordinaire).* Note de MM. **Émile Argence** et **Marcel Mayot**, présentée par M. Jean Cabannes.

1. *Notations.* — f_0, fréquence critique locale; f_c, fréquence critique maximum; f_H, gyrofréquence; $\delta = \pi/2 - \psi$; ψ, inclinaison magnétique; f, fréquence utilisée. $\eta = f_0^2/f^2$; $\beta = f_H/f$; z_m, demi-épaisseur de la couche; z, altitude; h_0, hauteur de la base de la couche.

2. Nous utilisons la valeur de l'indice donnée par Appleton et Hartree

$$\mu^2 = 1 - \frac{2\eta(1-\eta)}{D}$$

où l'on a posé

$$D = 2(1-\eta) - \beta^2 \sin^2\delta + S; \qquad S = \pm\sqrt{\beta^4 \sin^4\delta + 4\beta^2(1-\eta)^2\cos^2\delta};$$

le signe (+) correspond au rayon ordinaire, le signe (—) au rayon extraordinaire et nous déterminons l'indice de groupe μ' à l'aide de la relation de Shinn et Whale [1]

$$(\mu\mu' - \mu^2)D = 2\left[1 - \mu^2 - \eta^2 + \frac{(1-\eta^2)(1-\mu^2)\beta^2\cos^2\delta}{S}\right].$$

Nous obtenons ainsi pour expression des hauteurs virtuelles ordinaires et extraordinaires mesurées sur l'ionogramme

$$(1) \qquad h_{v,o}(f) = h_0 + \frac{\gamma z_m}{2}\int_0^1 \frac{\varphi_0(\beta, \eta)\,d\eta}{\sqrt{(1-\eta)(1-\gamma\eta)}} \qquad \text{(rayon ordinaire)},$$

avec

$$\varphi_0(\beta, \eta) = \sqrt{1-\eta}\,\mu'_{or}, \qquad \gamma = \left(\frac{f}{f_c}\right)^2;$$

$$(2) \qquad h_{v,e}(f) = h_0 + \frac{\gamma z_m}{2}\int_0^{1-\beta} \frac{\varphi_e(\beta, \eta)\,d\eta}{\sqrt{(1-\beta-\eta)(1-\gamma\eta)}} \qquad \text{(rayon extraordinaire)},$$

---

(1) *J. Terr. Atm. Phys.*, 2, 1952, p. 85.

avec $\varphi_e(\beta, \eta) = \sqrt{1 - \beta - \eta}\ \mu'_{\text{extr}}$, dans l'hypothèse où l'on adopte une loi quadratique de la variation de la densité électronique en fonction de

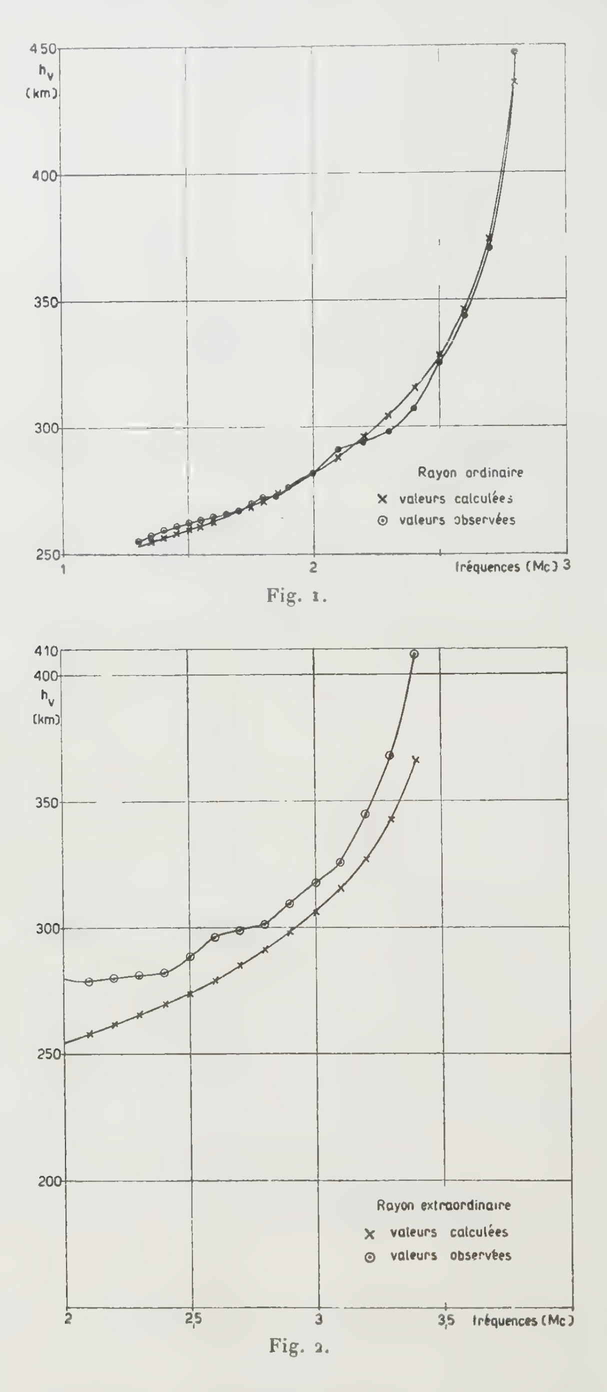


Fig. 1.

Fig. 2.

l'altitude. On fait disparaître les singularités des intégrales précédentes en posant $1 - \eta = t^2$ pour l'intégrale (1) et $1 - n/1 - \beta = t^2$ pour l'intégrale (2).

On intègre numériquement par la méthode de Gauss et l'on détermine h_0 et z_m à l'aide de la méthode des moindres carrés.

3. Nous avons utilisé un enregistrement de nuit relatif à la région F 2 (mars 1953) de fréquence critique $f_c = 2{,}90$ Mc avec $f_H = 1{,}20$ Mc $\delta = 26°$ (Fribourg) et utilisé 23 valeurs mesurées des hauteurs virtuelles pour le rayon ordinaire et 15 valeurs pour le rayon extraordinaire.

Nous obtenons ainsi :

a. En utilisant les valeurs des hauteurs virtuelles relatives au rayon ordinaire

$$(3) \qquad h_0 = 63\text{ km},4 \pm 0,4\text{ km}; \qquad z_m = 236\text{ km},4 \pm 0,4\text{ km}.$$

b. A l'aide de la trace relative au rayon extraordinaire

$$(4) \qquad h_0 = 70\text{ km},9 \pm 2\text{ km}; \qquad z_m = 246\text{ km},6 \pm 2\text{ km}.$$

c. En calculant les hauteurs virtuelles extraordinaires à l'aide des données (3) en bon accord avec les mesures (*fig.* 1) nous obtenons la courbe représentée sur la figure 2. Si nous la comparons avec la courbe des mesures, nous remarquons l'existence d'un écart systématique.

Cet écart peut être expliqué si l'on admet l'existence d'une couche inférieure retardatrice de *faible fréquence critique* ne figurant pas sur l'ionogramme. Les enregistrements précédant l'ionogramme utilisé montrent en effet la présence d'une couche E sporadique dont la trace va en s'affaiblissant jusqu'à disparaître sur l'ionogramme utilisé.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Étude de la sporogenèse d'*Osmunda regalis.

Note (*) de Mlle **Raymonde Barreau**, transmise par M. Pierre Dangeard.

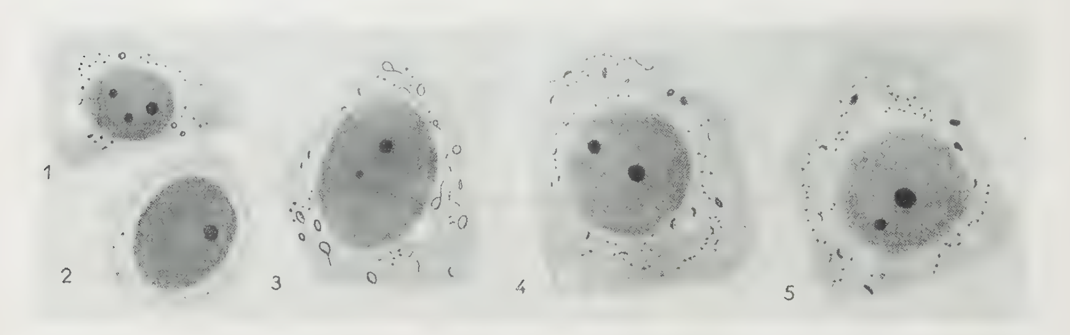
De nombreux auteurs se sont attachés à l'étude de la sporogenèse chez les Fougères. K. Kirby [1] fait l'étude des chloroplastes pendant la sporogenèse d'*Osmunda*, elle semble croire à leur existence pendant une grande partie du cycle mais ne constate pas leur présence dans les stades jeunes. Une nouvelle étude d'*Osmunda regalis* paraissait intéressante. Ce genre, contrairement à beaucoup d'autres parmi les Fougères, possède des spores contenant de la chlorophylle. L'étude de l'origine et du développement des plastes à tous les stades, des cellules primordiales jusqu'aux spores mûres, méritait d'être reprise et poursuivie.

L'étude vitale de la sporogenèse nous a apporté des résultats intéressants, bien que l'observation des jeunes stades soit difficile en raison de l'extrême fragilité des cellules sporogènes. L'étude des stades extrêmement jeunes révèle

(*) Séance du 21 avril 1954.

(1) *J. Roy. Microsc. Soc.*, 48, 1928, p. 10-35.

la présence d'une cellule centrale très fortement chlorophyllienne; nous y avons vu les plastes mais ils sont rapidement altérés (nous verrons que la fixation les conserve parfaitement bien). Les stades plus évolués montrent des cellules primordiales très chlorophylliennes, alors que les cellules de l'enveloppe le sont bien moins, mais les plastes sont difficiles à voir; souvent la seule présence de chlorophylle peut révèler et prouver leur existence (ils sont toujours bien visibles après fixation et coloration). Après la division des cellules primordiales, il semble que dans l'ensemble, les sporanges soient moins verts (cela vraisemblablement en raison de la multiplication des cellules). Cependant le groupe des cellules sporogènes est nettement chlorophyllien. Dans la suite de l'évolution, les chlorophastes des cellules-mères deviendront très verts et, quoique fragiles, seront vus nettement.



Quelques stades de la sporogenèse d'*Osmunda regalis*. — 1 : cellule primordiale, Regaud hématoxyline. 2 : cellule primordiale, amidon-lugol. 3 : stade plus évolué, Regaud hématoxyline. 4 : cellule-mère jeune, Regaud hématoxyline. 5 : cellule-mère plus évoluée, stade précédant la réduction chromatique, Regaud hématoxyline. (Gr. = 2800 environ.)

Durant presque tous ces stades l'action du lugol fait apparaître des grains d'amidon plus ou moins nets et plus ou moins nombreux, en même temps qu'il accentue parfois le contour des plastes.

L'étude vitale pendant la méiose est également intéressante : à tous les stades de prophase, métaphase, anaphase, télophase, ont voit de très beaux chloroplastes.

L'étude de la sporogenèse par les méthodes mitochondriales apporte des résultats très intéressants. L'observation d'un sporange extrêmement jeune après fixation au Regaud et coloration à l'hématoxyline permet d'observer de petits plastes lenticulaires très nets et des mitochondries dans les toutes premières cellules primordiales (*fig.* 1). A un stade un peu évolué, les cellules nourricières étant formées, on trouve dans les cellules sporogènes des plastes, des chondriocontes et des mitochondries (*fig.* 3). A tous ces stades, le lugol révèle la présence de très beaux grains d'amidon (*fig.* 2).

Aux stades suivants les plastes demeurent, mais ils resteront assez difficiles à voir pendant un certain temps. Parfois, à première vue, on peut avoir

l'impression d'un chondriome homogène, mais une étude poursuivie pendant quatre ans et sur de très nombreuses fixations, nous permet d'affirmer qu'il se produit souvent des « accidents de fixation » dus à l'extrême fragilité de ces plastes, qui dans les cas favorables apparaissent avec une grande netteté (*fig.* 4). (Nous avons vu que vitalement ils présentaient la même fragilité ; ils ne se manifestent alors parfois que par la présence de chlorophylle diffuse.)

Il se pourrait qu'à ces stades, l'amidon disparaisse pendant un court intervalle de temps. L'étude au microscope polarisant aussi bien que par les méthodes microchimiques en est très délicate.

Dans les stades cellules mères (*fig.* 5) précédant immédiatement la réduction chromatique, le chondriome est abondant ; les plastes rappellent par leur forme ceux qui se voient si bien au cours des observations vitales. A ces stades l'amidon est de nouveau très abondant. Pendant la réduction chromatique, les plastes sont aussi bien visibles sur les préparations fixées.

Ainsi l'étude comparative, au cours de la sporogenèse, des observations vitales et des préparations fixées et colorées qui se complètent, a été intéressante à suivre. Nous pouvons conclure que chez *Osmunda regalis* les plastes semblent persister pendant toute l'évolution des cellules primordiales, des cellules mères et des spores. La présence de chlorophylle à tous les stades en est une preuve suffisante ; les observations de préparations fixées et colorées ont aidé à soutenir ces constatations ; en particulier, dans les stades jeunes, nous avons pu mettre en évidence avec une grande certitude la présence de plastes.

CYTOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action protectrice de la β-mercapto-éthylamine vis-à-vis des effets toxiques sur les cellules végétales d'une « moutarde azotée » oxydée à l'azote : le chlorhydrate de méthyl* bis-*(β-chloréthyl) amine* N-*oxyde*. Note (*) de MM. **Guy Deysson** et **René Truhaut**, présentée par M. René Souèges.

Les effets cytotoxiques du chlorhydrate de méthyl *bis*-(β-chloréthylamine) N-oxyde peuvent être, comme ceux des « moutardes azotées », atténués ou complètement supprimés en présence de β-mercaptoéthylamine (cystéinamine); sous sa forme oxydée (disulfure), ce dernier corps se montre presque inefficace. Quant à la cystéine, elle aggrave plutôt la toxicité du composé radiomimétique.

Dans une Note récente ([1]), nous avons étudié comparativement les effets exercés sur les mitoses des cellules végétales par un représentant du groupe des « moutardes azotées » : le chlorhydrate de méthyl *bis*-(β-chloréthyl) amine et le N-oxyde correspondant (nitromine). Les actions observées sont, dans les deux cas, de même type, mais, d'une part, la nitromine se montre beaucoup

(*) Séance du 21 avril 1954.

([1]) R. Truhaut et G. Deysson, *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 1605.

moins toxique que la « moutarde azotée » et, d'autre part, elle est seule capable, avant de provoquer la mort, d'exercer une action mitoclasique intense.

Ayant établi antérieurement que la β-mercaptoéthylamine (cystéinamine), $HS-CH_2-CH_2-NH_2$, manifeste une action protectrice nette vis-à-vis des effets toxiques d'une « moutarde azotée », aussi bien sur la croissance que sur l'activité mitotique [2], nous avons pensé qu'il serait intéressant d'étudier le comportement de ce corps vis-à-vis de l'action toxique exercée par la nitromine. Dans ce but, nous avons effectué des expériences sur des plantules de *Pisum sativum* L., suivant la technique décrite précédemment. Des plantules de Pois de 20 à 30 mm, provenant de graines de même origine et mises à germer en même temps ont été réparties en trois lots. Les plantules du premier lot ont été traitées, en tubes individuels, par une solution de nitromine à 5.10^{-4} dans le liquide de Knop dilué au demi, celles du second, par la solution de nitromine additionnée de cystéinamine à 5.10^{-4} et celles du troisième, par la solution de nitromine additionnée de cystéinamine à 10^{-3}. Des groupes de 10 plantules ont été retirés au bout de durées allant de 1 h à 8 h et, après mesure de leurs longueurs, placés sur liquide Knop au demi; toutes les plantules ont été de nouveau mesurées 24 h après le début de l'expérience. Le tableau suivant rassemble les allongements moyens de chaque lot qui ont été exprimés, pour faciliter les comparaisons, en pourcentage de l'allongement moyen d'un lot témoin n'ayant subi aucun traitement.

Durée du traitement (h).	Nitromine.	Nitromine 5.10^{-4} + cystéinamine 5.10^{-4}.	Nitromine 5.10^{-4} + cystéinamine 10^{-3}.
1........	108	104	106
2........	42	82	102
4........	22	77	67
6........	31	50	69
8........	3	83	77

Dans toutes ces expériences, l'action toxique de la nitromine a donc été atténuée ou complètement supprimée par l'addition de cystéinamine. Cette protection est particulièrement nette dans le cas du traitement de 8 h. : les racines traitées par la nitromine seule sont flaccides; elles ne se sont pas allongées; leurs méristèmes, difficilement dissociables après coloration par l'orcéine acétique, ne montrent aucune image mitotique. En présence de cystéinamine, au contraire, l'allongement des racines est à peine inférieur à celui du lot témoin; leurs méristèmes montrent de nombreuses mitoses, généralement normales, mais quelques ana- et télophases présentent des points chromosomiques : comme nous l'avions déjà signalé dans le cas de la « moutarde

---

([2]) G. Deysson et R. Truhaut, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 2329 et *Bull. Soc. Chim. biol.*, 35, 1953, p. 1019-1026.

azotée », la cystéinamine ne protège donc pas totalement ici contre l'action exercée sur les chromosomes eux-mêmes.

Nous avons également étudié l'influence exercée par le disulfure correspondant à la β-mercaptoéthylamine (cystinamine), aux concentrations de 10^{-3} et de 5.10^{-4}. Comme dans nos recherches antérieures, ce dérivé s'est montré beaucoup moins efficace que la cystéinamine et nous n'avons obtenu qu'une légère atténuation de la toxicité dans l'expérience suivante :

Durée du traitement (h).	Nitromine 5.10^{-4}.	Nitromine 5.10^{-4} + cystinamine 10^{-3}.
2.................	10	24
4.................	6	14
6.................	0	0

Enfin, il nous a paru intéressant de compléter cette étude en recherchant l'influence exercée par la cystéine, puisque cet acide aminé est capable de protéger, dans une certaine mesure, les animaux contre l'effet toxique des radiations ([3]) ou des composés de la série des « moutardes » ([4]) et ([5]) et que la β-mercaptoéthylamine peut-être considérée comme en dérivant par décarboxylation. Nous avons tout d'abord effectué des expériences avec le chlorhydrate de cystéine aux concentrations de $1,4.10^{-3}$ et 7.10^{-4} (concentrations isomoléculaires des concentrations de cystéinamine utilisées précédemment) puis, observant dans tous les cas une nette aggravation de la toxicité, nous avons étudié également l'influence de solutions plus diluées ($3,5.10^{-4}$; 10^{-4}; 5.10^{-5}) : en aucun cas la cystéine ne s'est montrée capable de protéger contre l'intoxication due à la nitromine mais paradoxalement elle a, au contraire, sauf avec la concentration de 5.10^{-5}, augmenté nettement la toxicité des solutions. Elle se comporte d'ailleurs de la même manière vis-à-vis de la « moutarde azotée » que nous avions précédemment étudiée, la β.β'.β'' trichloréthylamine.

PALYNOLOGIE. — *Sur la nature du pollen atmosphérique à Paris.* Note (*) de M. **René Paris** et Mlle **Janine Guéguen**, présentée par M. René Souèges.

Il a été procédé, dans l'atmosphère parisienne, de mars à juillet 1953, à l'identification des grains de pollen tenus pour responsables du « rhume des foins » aujourd'hui très répandu. Jusqu'au mois de mai, ce sont les pollens d'arbres (Amentacées) qui dominent, puis apparaissent au cours de l'été ceux des plantes herbacées (Composées et surtout Graminées).

([3]) H. Patt, E. Tyree, R. Straube et D. Smith, *Science*, 110, 1949, p. 213.

([4]) E. L. Brandt et A. C. Griffin, *Cancer*, 4, 1951, p. 1030-1035.

([5]) R. Truhaut, *Acta Contra Cancrum*, 1954, (sous-presse).

(*) Séance du 21 avril 1954.

On sait le rôle primordial joué par certains grains de pollen dans la pollinose ou « rhume des foins », d'où l'intérêt de déterminer en une région donnée, au cours du printemps et de l'été, le pollen présent dans l'atmosphère, au point de vue qualitatif et si possible quantitatif. Si de nombreuses études ont déjà été effectuées à ce sujet dans différents pays, notamment par Wodehouse aux États-Unis, Serafini en Italie, Hyde en Grande Bretagne, Rrodriguez en Espagne, nous ne possédons en France que peu d'indications sur les « cartes des pollens ». Récemment Tabart et Bimont (1) se sont occupés des pollens provoquant la fièvre des foins dans la région parisienne, mais cette étude est basée, d'une part sur la connaissance de la flore locale, et d'autre part sur la sensibilité cutanée à différents extraits de pollens. Seule, Mme Van Campo, ayant en vue le rôle du pollen dans la nourriture de la microfaune de la Seine, a effectué des recherches sur le pollen atmosphérique au Bois de Boulogne (2). C'est pourquoi à la demande du Dr N. Halpern du Centre d'Allergie de l'Hôpital Broussais, nous avons entrepris quelques travaux préliminaires sur la nature du pollen atmosphérique dans le centre de Paris.

La technique utilisée est analogue à celle du « pollen count » de R. P. Wodehouse (3) : des lames de verre enduites à l'extérieur de glycérine gélatinée sont maintenues horizontales, à l'extérieur des fenêtres ou sur une terrasse pendant un temps déterminé. Ces lames sont examinées au microscope pour apprécier la nature et la quantité des grains de pollen fixés dans ces conditions. Les observations ont été effectuées le matin vers 10 h, tous les deux jours, pendant une période allant du 1er mars au 15 juillet 1953. La récolte a été faite à la hauteur du troisième étage, avenue de l'Observatoire, près du jardin du Luxembourg et du jardin botanique de la Faculté de Pharmacie. A chaque expérience étaient notées les conditions atmosphériques ; le vent est un des facteurs les plus importants ; les vents d'est et d'ouest ont en général apporté plus de pollen que ceux du nord et du sud. Par suite d'installation matérielle insuffisante, les lames n'ont été exposées qu'environ une heure ; dans ces conditions, la détermination n'a pu être que qualitative et n'a pas permis d'effectuer des densités polliniques.

Voici, par ordre chronologique, les principales espèces rencontrées ; dans certains cas, par suite de difficultés d'identification, (identification faite avec l'aide de Mme van Campo), nous nous sommes bornés à citer la famille.

Ces observations montrent qu'il existe des *divergences notables entre la nature locale de la flore et la composition du pollen atmosphérique*, celui-ci étant constitué à peu près uniquement par les espèces anémogames et à pollen abondant ; il faut noter la fréquence des pollens de Conifères, bien que ces plantes soient

---

(1) *Presse médicale*, 15 avril, 1953, p. 545.

(2) *Comptes rendus*, **220**, 1945, p. 856.

(3) *Pollen grains*, Mc Graw-Hill Book Company, New-York, 1935.

assez rares dans le voisinage. On rencontre tout d'abord des pollens d'arbres : Amentacées (Noisetier, Peuplier, Saule, Chêne), Conifères (Pin), Sapindacées (Marronnier, Érable), responsables des pollinoses de printemps, en général peu graves et de courte durée; la méthode des cuti-réactions montre d'ailleurs que ces espèces n'interviennent qu'assez rarement dans les rhinites allergiques. Au début de l'été, après la floraison des arbres, apparaissent les pollens des Graminées qui persistent pendant plusieurs mois et qui sont responsables de la plupart des rhumes des foins, fait confirmé par l'épreuve des tests cutanés qui, avec les extraits de pollens de Graminées, sont positifs dans la région parisienne pour environ deux tiers des malades. Plus tardivement, ont pu être caractérisés des pollens de diverses plantes herbacées, surtout des Composées. Enfin, au point de vue quantitatif, bien que le temps de récolte ait été assez court, signalons que deux maximums ont été rencontrés : l'un en avril dû aux espèces forestières (surtout *Æsculus*), l'autre en juin provenant des Graminées et des Conifères.

1-15 mars.........	Corylacées (*Corylus Avellana*)
15-31 »	Corylacées (*Corylus Avellana*)
1-15 avril.........	Salicacées (*Populus* sp., *Salix* sp.), Rosacées (*Cratægus* sp). Sapindacées (*Æsculus Hippocastanum*) Cupulifères (*Quercus robur*) Oléacées (*Forsythia* sp., *Jasminum* sp.)
15-30 »	Sapindacées (*Æsculus Hippocastanum*, *Acer* sp.) Rosacées (*Prunus* divers) Cupulifères *Quercus Robur*, *Fagus sylvatica*) Juglandacées (*Pterocarya caucasica*) Conifères (*Abies* sp., *Cupressus* sp., *Pinus* sp.) Oléacées (*Fraxinus Ornus*), Graminées
1-15 mai..........	Conifères (*Pinus* sp.), Graminées, Composées
15-30 »	Graminées, Platanacées (*Platanus orientalis*)
1-15 juin..........	Conifères (*Pinus* sp.), Graminées
15-30 »	Graminées, Composées (*Artemisia* sp., *Ambrosia* sp.)
1-15 juillet........	Graminées, Composées

MYCOLOGIE. — *Amélioration de la croissance et de l'utilisation du nitrate de sodium chez un* Hansenula *sous l'influence de très faibles quantités de sels ammoniacaux*. Note de M. **Philippe-Jacques Luteraan**, présentée par M. Roger Heim.

L'adjonction de quelques milligrammes de sels ammoniacaux à 100 cm^3 de milieu de culture liquide, où l'on ensemence *Hansenula ellipsoidospora*, favorise la croissance, accroît la possibilité d'utilisation, par cette levure, du nitrate de sodium offert comme source d'azote, même en atmosphère confinée où normalement l'insuffisance rapide d'approvisionnement en oxygène est un facteur limitant. Ceci est le cas dans des fioles d'Erlenmeyer de 300 cm^3 renfer-

mant 100 cm³ de milieu : le rapport surface/volume est 0,57 et l'espace libre n'est que de 200 cm³.

Comparons les récoltes obtenues, au bout de trois jours, avec différentes substances azotées minérales à une même concentration initiale N/18,75 en azote. La concentration en glucose est M/2,4. Il n'y a pas de facteurs de croissance, mais les éléments minéraux sont en quantité largement suffisante. Le pH initial est 3,8. On ensemence avec une anse d'une culture récente sur milieu de Gorodkova gélosé incliné :

Source azotée.	Poids sec (mg).	Glucose consommé / poids sec.	Azote total (%).	pH final.
Nitrate de sodium	266	8,1	6,6	4,0
Sulfate d'ammonium	250	9,0	7,6	2,35
Nitrate d'ammonium	387	9,0	7,5	2,6

Ces récoltes sont bien inférieures à celles obtenues avec des sources organiques : l'asparagine donne, dans les mêmes conditions, plus de 600 mg de poids sec.

Avec le nitrate de sodium, l'insuffisance d'aération dans les Erlenmeyer limite la croissance qui serait plus que doublé en boîtes de Roux de 1 l pour lesquelles le rapport surface/volume est 2,2 et l'espace libre 900 cm³.

Avec le sulfate d'ammonium, c'est l'acidification rapide du milieu qui limite la croissance quelle que soit l'aération.

Avec le nitrate d'ammonium, nous constatons trois faits : 1° la croissance est meilleure; 2° nos analyses révèlent qu'il y a utilisation simultanée de l'ion ammonium et de l'ion nitrique par cet *Hansenula;* aussi l'acidification est-elle moins rapide qu'en présence de sulfate d'ammonium; 3° comme avec le nitrate de sodium, la culture en boîtes de Roux fait plus que doubler la croissance. Le nitrate d'ammonium est donc d'emblée une source azotée mixte pour cet *Hansenula*.

L'ion ammonium a-t-il une influence sur l'utilisation de l'ion nitrique ? Telle est la question qui se pose nécessairement en raison des constatations précitées. Pour la résoudre, nous ajoutons l'ion ammonium en quantité assez faible pour ne pouvoir servir pratiquement d'aliment azoté : sulfate d'ammonium aux concentrations M/2 400, M/1 200, M/600. Nous faisons un ensemencement environ 1 000 fois plus faible (par dilution) que dans les expériences précédentes afin d'éviter un apport même minime d'azote; le milieu restera limpide et le voile ne s'ébauchera partout qu'au bout de 36 h, aussi prolongeons-nous à quatre jours la durée de culture.

Azote initial du milieu					
nitrique (mg d'azote).	ammoniacal (mg d'azote).	Poids sec (mg).	Glucose consommé / Poids sec.	Azote total (%).	pH final.
74,66	0	285	7,8	5,8	4,0
74,66	1,16	384	7,4	6,0	4,0
74,66	2,33	401	7,3	6,0	4,0
74,66	4,66	479	7,6	6,1	4,0

La croissance pondérale est accrue de 34,6, 40,7 et 68 % par rapport au témoin lorsqu'on ajoute des quantités croissantes d'azote ammoniacal cependant que la quantité de glucose utilisée pour édifier une quantité donnée de levure reste toujours la même.

En valeurs absolues et par différence avec le témoin, en supposant que tout l'azote ammoniacal ait été utilisé, on trouve que la levure a fixé un surplus d'azote d'origine nitrique respectivement de 5,4, 5,2 et 7,8 mg; il n'y a pas proportionnalité entre ces valeurs et la quantité initiale d'azote ammoniacal du milieu.

Nous savons que l'oxygène est indispensable, avec cette levure haute ou « respiratoire », pour la combustion du glucose qui fournit l'énergie nécessaire à la réduction de l'azote nitrique. Quand il y a insuffisance d'approvisionnement en oxygène, des traces de sels ammoniacaux permettent cependant une croissance plus forte et une utilisation plus poussée du nitrate de sodium que celles trouvées chez le témoin. Nous avions déjà fait la même constatation en ajoutant des traces d'acides organiques : malonique, succinique, etc. au milieu de culture ([1]), mais l'ammoniaque et les acides organiques ont une action bien distincte sur le comportement métabolique et sur la composition de l'organisme et du milieu : les derniers stimulent bien plus fortement la croissance et abaissent le taux de consommation du glucose tandis que les sels ammoniacaux ne modifient guère celui-ci.

GÉNÉTIQUE. — *Sur le déterminisme génétique d'un nouveau type d'incompatibilité chez* Podospora. Note de M. **Karl Esser**, présentée par M. Roger Heim.

Il s'agit d'incompatibilité non réciproque entre souches d'origines géographiques différentes, résultant du fonctionnement de deux mécanismes différents. Chacun suffit à provoquer le phénomène et fait intervenir deux couples de gènes.

Chez *P. anserina*, chaque souche + ou — produit habituellement des organes ♂ et ♀. Chaque confrontation entre une souche + et une souche — produit donc deux types de fructifications correspondant aux deux croisements réciproques. Divers barrages déjà décrits ([1]), ([2]) permettent de séparer les deux sortes de périthèces qui constituent une double ligne de part et d'autre du barrage.

Récemment nous avons observé entre les souches *M* et *s* d'origines géographiques différentes des fructifications disposées selon une seule ligne d'un seul côté du barrage sur la souche *s* (demi incompatibilité), le croisement *M* ♀ × *s* ♂

(¹) *Comptes rendus*, **236**, 1953, p. 2531.

(¹) G. Rizet, *Rev. Cytol. et Biol. végét.*, **13**, 1952, p. 51-92.
(²) G. Rizet, *Comptes rendus*, **237**, 1953, p. 666.

étant stérile. Nous avons même relevé entre souches F_1 de signes différents issues du croisement $M \times s$ des confrontations totalement stériles. Les résultats rapportés (3) montraient l'intervention de plusieurs couples de gènes ; l'un de ceux-ci, vv_1, participe également au déterminisme de la formation des barrages.

Le tableau résume et coordonne l'essentiel des résultats obtenus. Il intéresse des souches nées d'ascospores uninucléées appartenant à la F_1 ou la F_2 du croisement $M \times s$. Les groupes g, s, i, h, correspondent à quatre des huits groupes de souches F_1, définis par leur aptitude à fournir des barrages (3) et portant un allèle de chacun des trois couples tt_1, uu_1, vv_1 ; les quatre autres groupes ont été omis, car ils n'apportent aucune information supplémentaire.

− \ +		g tuv_1 $a\,b\,c$	g tuv_1 $a_1\,b_1\,c$	g tuv_1 $a\,b_1\,c$	g tuv_1 $a\,b\,c_1$	g tuv_1 $a_1\,b_1\,c_1$	g tuv_1 $a\,b_1\,c_1$	s tuv $a\,b\,c$	s tuv $a_1\,b_1\,c$	s tuv $a\,b_1\,c$	i t_1uv $a\,b\,c$	i t_1uv $a_1\,b_1\,c$	i t_1uv $a\,b_1\,c$	h t_1uv_1 $a\,b\,c$	h t_1uv_1 $a_1\,b_1\,c$	h t_1uv_1 $a\,b_1\,c$	h t_1uv_1 $a\,b\,c_1$	h t_1uv_1 $a_1\,b_1\,c_1$	h t_1uv_1 $a\,b_1\,c_1$
g tuv_1	$a\,b\,c$																		
	$a_1\,b_1\,c$																		
	$a\,b_1\,c$																		
	$a\,b\,c_1$																		
	$a_1\,b_1\,c_1$																		
	$a\,b_1\,c_1$																		
s tuv	$a\,b\,c$																		
	$a_1\,b_1\,c$																		
	$a\,b_1\,c$																		
i t_1uv	$a\,b\,c$																		
	$a_1\,b_1\,c$																		
	$a\,b_1\,c$																		
h t_1uv_1	$a\,b\,c$																		
	$a_1\,b_1\,c$																		
	$a\,b_1\,c$																		
	$a\,b\,c_1$																		
	$a_1\,b_1\,c_1$																		
	$a\,b_1\,c_1$																		

Résultats des croisements entre souches issues de $M \times s$ et correspondant aux divers génotypes obtenus. Les contacts normaux sont symbolisés par un seul trait et les barrages par deux traits parallèles. Les lignes de points traduisent la fertilité des croisements; dans le cas de barrages, une seule ligne correspond à la demi-incompatibilité, une double ligne à la fertilité normale.

Ce tableau montre que :

a. Les groupes g, s, i, h sont hétérogènes et ils sont décomposables en trois ou en six sous-groupes selon qu'ils portent le gène v ou son allèle v_1. Il y a

(3) G. Rizet et K. Esser, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 760.

bien théoriquement huit sous-groupes dans chaque cas, mais les souches $a_1 b$ sont létales et il y a de fortes présomptions pour qu'il en soit de même des souches portant v et c_1.

b. Des barrages se forment, non seulement entre souches appartenant à deux groupes différents, mais aussi entre souches appartenant à un même groupe, lorsque l'une est $a_1 b_1$ et l'autre ab.

c. Il n'y a jamais ni semi incompatibilité, ni stérilité totale entre souches ne donnant pas barrage entre elles.

d. La semi incompatibilité observée peut résulter du fonctionnement de deux mécanismes différents :

— l'un fait intervenir les couples aa_1 et bb_1 : lorsque l'une des souches confrontées est $a_1 b_1$, l'autre ab, les périthèces se développent toujours uniquement sur la seconde ; le croisement n'est réalisable que dans le sens ab ♀ × $a_1 b_1$ ♂. A l'intérieur de chacun des groupes *g*, *s*, *i*, *h*, barrages et semi incompatibilité s'observent ensemble et résultent par conséquent de l'action des mêmes gènes ;

— l'autre fait intervenir les couples vv_1 et cc_1 : lorsqu'une souche est v, l'autre $v_1 c_1$, les périthèces se forment uniquement sur la souche v ; le croisement n'est fertile que dans le sens v ♀ × $v_1 c_1$ ♂.

e. La stérilité totale observée dans les croisements $v_1 abc_1$ et $va_1 b_1 c$, résulte de l'action conjuguée des deux mécanismes précédents : l'un supprime le développement des périthèces sur la souche portant $a_1 b_1$, donc $va_1 b_1 c$, l'autre sur la souche $v_1 c_1$, dont $v_1 abc_1$. Même dans ce cas, le phénomène essentiel demeure donc la demi incompatibilité.

L'ensemble des résultats exposés précédemment (2), (3) ou rapportés ici conduisent à attribuer à la souche *M* la formule $t_1 u_1 v_1 a_1 b_1 c_1$ et à la souche *s* la formule $tuvabc$ et montrent que dans les confrontations *M*/*s* :

a. Le barrage résulte de quatre mécanismes différents (trois faisant intervenir l'un des couples tt_1, uu_1, vv_1, le quatrième impliquant les deux couples aa_1 et bb_1) alors qu'un seul suffirait à le produire.

b. L'incompatibilité résulte de deux mécanismes différents, alors que l'un des deux conduirait au même résultat.

c. Sur six couples de gènes envisagés, trois interviennent en même temps dans le déterminisme des barrages et dans celui de l'incompatibilité.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la détermination, par échange isotopique, des ions* $(PO_4H_2)^-$ *autodiffusibles du sol.* Note de M. **Georges Barbier** et Mlle **Edwige Tyszkiewicz**, présentée par M. Albert Demolon.

Dans une Note antérieure (1), nous avons indiqué comment on peut déter-

(1) *Comptes rendus*, **236**, 1953, p. 2105.

miner, par permutation isotopique, la fraction autodiffusible du calcium des sols, c'est-à-dire les ions Ca qui se déplacent continuellement, au hasard, aussi bien dans les couches ou atmosphères ioniques adhérant aux surfaces colloïdales que dans la solution libre. L'application de cette méthode au cas des ions PO_4, esquissée dans une Note récente ([2]), est précisée ici.

Une kaolinite calcique neutre, primitivement exempte de P_2O_5, a été agitée pendant trois jours avec une solution $^{31}PO_4$, dans des conditions excluant la formation de phosphates calciques, puis additionnée d'une solution $^{32}PO_4$. Après moins de 24 h d'agitation, les ions $^{32}PO_4$ et $^{31}PO_4$ se trouvent sensiblement en même proportion dans les phases solide et liquide ([3]),

$$\frac{\text{radioactivité en solution } (r)}{\text{masse de } PO_4 \text{ en solution } (m)} = \frac{\text{radioactivité totale } (R)}{\text{masse totale de } PO_4 \text{ } (M)}.$$

Voici les résultats obtenus pour une terre de limon enrichie par des applications annuelles de superphosphate.

Temps d'agitation (jours).	Terre (g).	Eau (cm³).	Radioactivité en coups/mn, $\times 10^{-3}$. — introduite.	Finale en solution.	P_2O_5 en solution (mg/l). initialement.	finalement.	P_2O_5 autodiffusible préexistant par million de terre.
1	2	800	253	85,4	0 ([1])	0,30	355
1	2,2	300	253	51,4	0	0,53	357
1	2	100	253	33,4	0	0,94	355
1	3	50	253	24,9	0	1,90	323
1	15	50	506	25,0	0	4,46	301
5	2	200	23,1	8,15	1,94	1,89	344

([1]) $^{32}PO_4$ sans entraîneur, de masse négligeable.

Malgré la diversité des conditions expérimentales, (le rapport terre/eau a varié comme de 1 à 120, et la concentration finale en P_2O_5 comme de 1 à 6), les valeurs de ($M - PO_4$ éventuellement ajouté) présentent entre elles une concordance satisfaisante (dernière colonne du tableau), sauf dans le cas d'une suspension particulièrement dense. Il se confirme ainsi que le passage en solution de PO_4 d'un sol de ce type n'est dû que pour une faible part à la dissolution d'espèces chimiques de solubilité définie, sans quoi le nombre des ions PO_4 prenant part aux équilibres cinétiques devrait augmenter largement avec le rapport eau/terre.

Cependant, en règle générale, la quantité de P_2O_5 autodiffusible du sol n'est pas susceptible d'une détermination aussi précise que celle du calcium, pour les raisons suivantes :

1° S'il est toujours possible d'introduire suffisamment de radioactivité pour obtenir une bonne mesure de r et du rapport R/r, le dosage chimique de m est

([2]) *Comptes rendus*, **238**, 1954, p. 1532.

([3]) D'après un travail non publié du Dr Ulrich Schoen.

imprécis dans les terres pauvres. Il n'est pas avantageux de chercher à augmenter la concentration par une addition de phosphate, qui serait à retrancher ensuite du résultat. Le mieux est d'utiliser $^{32}PO_4H_3$ sans entraîneur.

Pour une terre très pauvre et calcaire, les résultats ont oscillé entre 5 et 12 mg/kg, quantité très inférieure à celle d'un sol moyen (de l'ordre de 100).

2° Dans les sols naturels, le taux de P_2O_5 M déduit de la formule est susceptible d'augmenter lentement au cours du temps :

40 g d'un sol de limon riche + 800 cm³ solution $^{32}PO_4$.

Temps d'agitation	0.	10 mn.	3 h.	15 h.	24 h.	5 jours.
mg P_2O_5 en solution, par litre	1,23	1,76	2,21	2,4	2,66	3,03
P_2O_5 autodiffusible préexistant par million	»	84	216	322	412	486

Les échanges n'atteignent leur limite qu'après un temps assez long; mais nous avons constaté qu'en général, le système évolue rapidement pendant le premier jour, et beaucoup plus lentement ensuite. L'un de nous a observé (²) que la proportion des deux isotopes dans les différentes parties d'un système plante-sol n'a plus sensiblement varié après une vingtaine de jours.

L'application de la formule précédente en cours d'évolution du système, revient à supposer que $^{32}PO_4$ ajouté a formé à chaque instant un mélange homogène avec la masse M calculée. En réalité, tant que l'équilibre de distribution n'est pas atteint, le rapport $^{32}PO_4/^{31}PO_4$ doit décroître de manière continue dans l'espace, dans le sens de la diffusion des $^{32}PO_4$.

Les résultats précédents, portés sur un diagramme, montrent que l'échange isotopique progresse vers l'intérieur des particules sensiblement à la même allure que la diffusion proprement dite de PO_4, vers l'extérieur des particules en l'espèce. Il est d'ailleurs bien évident que la totalité des surfaces intéressées par l'autodiffusion doit concourir à fournir P_2O_5 à la solution (ou à lui en prendre), mais avec une vitesse variable selon la situation plus ou moins interne de ces surfaces.

3° Les alternances de dessiccation et d'humectation provoquent une rapide et importante extension des échanges isotopiques. Ce phénomène sera précisé dans une prochaine publication.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la loi de décompression pulmonaire dans les décompressions explosives.* Note de M. **François Violette**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Chez le Chien entier la décompression du poumon au cours d'une décompression explosive suit la loi générale des décompressions d'enceinte (¹). La particularité essentielle de la décompression pulmonaire réside dans l'existence de deux coefficients d'écoulement successifs, l'un primaire correspondant au début, l'autre secondaire et environ moitié moindre, correspondant à la fin de la décompression.

(¹) *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 2213.

Lorsque la pression extérieure diminue, le volume des gaz occlus dans les organes fermés (intestin) ou communiquant avec l'extérieur (poumon, oreille moyenne) tend à augmenter. Pour les organes fermés l'expansion crée toujours une modification d'état, augmentation de volume associée ou non à une surpression, suivant les qualités du contenant, ainsi qu'il a été étudié dans une précédente Note (2).

Il n'en est pas de même pour les organes creux qui comme le poumon sont en communication avec l'extérieur. L'expansion des gaz contenus ne peut créer de modification d'état dans leur intérieur que si la vitesse de décompression d'enceinte dépasse la vitesse de décompression maximum de l'organe considéré.

Or on sait depuis les recherches de Whitehorn (3) et Edelmann (4) que au cours des décompressions explosives les modifications d'état pulmonaire ont les effets locaux et généraux les plus importants. Si donc on impose aux décompressions explosives de ne créer aucune modification d'état pulmonaire — ni augmentation de volume, ni surpression —, on en suprime du même coup les principaux effets nocifs.

Ceci amène à rechercher la loi de décompression pulmonaire et à comparer celle-ci à la loi de décompression d'enceinte exposée dans une précédente Note (1). Si les deux lois de décompression d'enceinte et du poumon sont de forme mathématique identique il sera possible de définir des conditions limites de surface d'explosion par unité de volume A/V pour que la vitesse de décompression d'enceinte soit toujours inférieure à la vitesse maximum de décompression pulmonaire.

Nous nous sommes donc proposé l'enregistrement de la décompression pulmonaire à pression extérieure constante et l'analyse mathématique des courbes ainsi obtenues. On doit théoriquement observer une décompression pulmonaire à pression extérieure constante, en réalisant une décompression d'enceinte plus rapide que la décompression du poumon, et en examinant la pression pulmonaire à partir du moment où la décompression d'enceinte est terminée. Il semble donc suffisant d'enregistrer la pression pulmonaire au cours des décompressions explosives et d'examiner la portion intéressante de la courbe de décompression.

Mais l'étude expérimentale nous a montré comme nous le rapportons ailleurs en détail (5) que la pression pulmonaire ne peut être enregistrée qu'indirectement et sous certaines conditions. C'est en effet uniquement sur les tracés d'artère pulmonaire lorsque la décompression coïncide avec la diastole ventri-

---

(2) *Comptes rendus*, **237**, 1953, p. 625.

(3) *Amer. J. Physiol.*, **147**, 1946, p. 289; **148**, 1947, p. 253.

(4) *J. Aviation med.*, **17**, 1946, p. 596.

(5) F. Violette, *J. Physiol.*, **46**, 1954 (sous presse).

culaire qu'on peut considérer qu'on a la pression pulmonaire sans phénomènes parasites surajoutés et un tracé exploitable mathématiquement.

Sur 43 enregistrements de pression de l'artère pulmonaire au cours de décompressions explosives, nous avons pu retenir comme répondant aux conditions précédentes 10 tracés de chiens non trachéotomisés et un tracé de chien trachéotomisé.

L'analyse de la portion de courbe correspondant à la décompression pulmonaire à pression constante chez le Chien non trachéotomisé nous a donné le résultat suivant : la fonction arg ch (pression artérielle pulmonaire/temps) est représentée par deux droites.

Ainsi dans le cas de l'animal non trachéotomisé on aboutit à un régime général d'écoulement du type : $T_D - t = V/220\,A \operatorname{arg\,ch} (p/p_a)$ (où T_D représente en secondes le temps de décompression pulmonaire à un régime donné, p la pression pulmonaire au temps t, p_a la pression finale d'enceinte, A/V l'équivalent d'un orifice d'explosion par unité de volume en mètres carrés par mètre cube, avec la restriction que t doit être pris entre certaines limites).

Ce résultat important du point de vue pratique, l'est aussi du point de vue théorique pour l'étude de la mécanique respiratoire. Mais il existe une différence entre la décompression du poumon et la décompression d'une enceinte ordinaire due à la présence de deux coefficients d'écoulement successifs l'un primaire correpondant au début, l'autre secondaire correspondant à la fin de la décompression.

Nous avons mesuré ces coefficients d'écoulement à partir de nos tracés : les coefficients primaires varient de 1/71,5 à 1/22 avec une valeur moyenne de 1/33,3 pour dix expériences. Les coefficients secondaires varient de 1/115,5 à 1/55 avec une valeur moyenne de 1/71,9 pour dix expériences. Ainsi donc si l'on veut réaliser en pratique une décompression ne créant aucune modification d'état à l'intérieur des poumons il faut que le coefficient d'écoulement d'enceinte soit inférieur au coefficient d'écoulement secondaire le plus bas. Si l'on veut ajouter un facteur supplémentaire de sécurité de l'ordre de 100 % on peut prendre $A/V \leq 1/200\ m^2/m^3$.

Il était intéressant de rechercher la signification physiologique des deux coefficients d'écoulement. Or si l'on enregistre la décompression pulmonaire à pression constante avant et après trachéotomie, on observe qu'après trachéotomie le régime d'écoulement est devenu unique. La trachéotomie supprime donc un organe situé au niveau des voies aériennes supérieures et imposant le double régime d'écoulement. Tout se passe comme s'il existait au delà de la trachée un orifice à surface variable dilaté de façon élastique au début de la décompression, et donnant le coefficient d'écoulement primaire. Lorsque la différence de pression entre l'intérieur des poumons et l'enceinte devient inférieure à la force élastique de rappel qui agit sur l'orifice, celui-ci revient à ses dimensions normales et l'on observe la phase d'écoulement secondaire. Il est

logique de penser que l'organe responsable du double régime d'écoulement est le larynx par action à l'orifice de la glotte, point le plus rétréci des voies aériennes.

HISTOLOGIE. — *Particularités histologiques de la membrane basale du mésentéron chez* Gammarus pulex (*L.*). Note de M[lle] **Sylvie Mabillot**, transmise par M. Albert Policard.

Mise en évidence, chez *Gammarus pulex* (L.) d'une lame continue qui entoure l'épithélium du mésentéron; cette gaine anhiste est pourvue de tous les caractères histologiques des fibres élastiques des Vertébrés.

Selon l'opinion généralement admise, les fibres élastiques seraient l'apanage des Vertébrés. De rares auteurs ont toutefois signalé de telles formations chez les Invertébrés. De Boissezon ([1]) signale incidemment la présence de fibres élastiques autour du jabot de l'imago de *Culex pipiens* (L.). Enfin, M[lle] Arvy ([2]) a mis en évidence de semblables structures chez *Leptosynapta galliennei* (Herapath).

La rareté des observations sur le tissu élastique des Invertébrés m'a incitée à rapporter les constatations faites aux cours de recherches sur l'appareil digestif de *Gammarus pulex* (L.).

L'examen des coupes colorées par les méthodes topographiques usuelles montre que l'épithélium du mésentéron repose sur une lame basale, épaisse de 1 μ environ et fortement plissée. Cette structure ne prend aucun des colorants histologiques usuels et son aspect rappelle de près celui de la limitante élastique interne des artères de Mammifères.

Le comportement de cette structure à l'égard des colorants électifs des fibres élastiques a été étudié sur lame portant à la fois des coupes transversales de *Gammarus pulex* et des coupes d'organes de cobaye.

La membrane se colore de façon intense et élective par l'orcéine chlorhydrique, par la fuchsine-résorcine de Weigert, par la fuchsine de Gallego et par la fuchsine paraldéhyde ([3]). L'optimum de différenciation des deux premières parmi ces méthodes est le même pour les fibres élastiques des artères de cobaye et la membrane basale du mésentéron de Gammarus pulex.

Les colorations électives des fibres élastiques permettent d'étudier avec plus de précision la topographie de la membrane basale et ses relations avec les tissus voisins. La membrane basale de l'intestin moyen de *Gammarus pulex* a une épaisseur de 1 μ environ. Elle se présente sur des coupes transversales

---

([1]) *Arch. Zool. exp. gén.*, 70, 1930, p. 281.

([2]) *Tissu conjonctif*, in *Cours technique supérieur d'Histologie*, Paris, 1953 (ronéotypé).

([3]) M. Gabe, *Bull. Micro. appl.*, Paris, 3, 1953, p. 153.

comme un anneau godronné à sinuosités assez régulières, lorsque l'intestin est vide. Les plissements s'effacent lorsque le mésentéron est distendu par les aliments.

Des coupes obliques permettent de voir qu'il s'agit en réalité d'une lame continue, marquée de plis longitudinaux. Située entre l'épithélium et la musculeuse, la membrane s'étend du premier segment du mésentéron à la naissance du proctodeum.

Quant au comportement à l'égard des fixateurs histologiques, la membrane est conservée par tous les fixateurs usuels. L'orcéine la colore en brun foncé; avec la fuchsine résorcine de Weigert, elle prend une teinte presque noire; la fuchsone de Gallego et la fuchsine paraldéhyde la colorent en violet intense.

La membrane basale du mésentéron du Gammare ne recolore pas spontanément le réactif de Schiff; on sait, cependant, que la présence d'un composé susceptible de recolorer spontanément ce réactif n'est pas un caractère général des fibres élastiques.

L'épithélium du mésentéron de *Gammarus pulex* est donc entouré d'une lame douée de tous les caractères histologiques du tissu élastique des Vertébrés.

Il y a lieu de remarquer que toutes les méthodes de coloration mises en œuvre pour la détection élective des fibres élastiques sont dépourvues de signification histochimique. Il ne s'agit donc pas de méthodes spécifiques au sens strict du terme, par conséquent les notions histologiques rapportées ci-dessus devront être complétées par l'étude des propriétés physiques et par la micrographie électronique. La recherche d'une digestion éventuelle par la trypsine ou la pepsine, méthode très employée autrefois, ne présente plus le même intérêt; on sait en effet que la spécificité de ces attaques diastasiques n'est pas celle que l'on croyait; l'étude des effets d'une élastase serait au contraire du plus haut intérêt.

Du point de vue histophysiologique la membrane basale du mésentéron du Gammare pourrait jouer, si ses propriétés mécaniques étaient identiques à celles des fibres élastiques des Vertébrés, un rôle dans l'évacuation du contenu du mésentéron.

ENDOCRINOLOGIE. — *Une forme de neurosécrétion transportée vers le lobe antérieur de l'hypophyse.* Note (*) de M. **Marc Herlant**, présentée par M. Robert Courrier.

Mise en évidence d'une neurosécrétion à polarité hémocrine distincte de la substance Gomori-positive qui est transportée par voie vasculaire jusqu'au niveau du lobe antérieur.

(*) Séance du 12 avril 1954.

Depuis l'application par Bargmann et de ses élèves (1) de l'hématoxyline chromique de Gomori à l'étude de la neurosécrétion, l'attention a été polarisée sur le transport de produits neurosécrétoires vers le lobe postérieur de l'hypophyse.

L'arrivée de fibres neurosécrétrices au niveau du lobe intermédiaire a d'autre part été décrite chez les Poissons, la Grenouille et divers Mammifères [F. Stutinski, 1950 (2), E. Scharrer, 1952 (3), W. Bargmann, 1953 (4)].

Mais l'éventualité d'un transfert de produits neurosécrétoires vers le lobe antérieur de l'hypophyse a été beaucoup moins envisagée jusqu'ici.

On sait cependant à l'heure actuelle que l'hypothalamus exerce un contrôle fonctionnel sur l'activité du lobe antérieur de l'hypophyse [*voir* bibliographie dans G. W. Harris, 1948 (5)], mais ce contrôle est apparemment de nature neurovasculaire car il est bien démontré à présent que le lobe antérieur de l'hypophyse ne reçoit pas de fibres nerveuses d'origine hypothalamique [J. D. Green, 1951 (6)]. D'autre part, depuis G. B. Wislocki et L. S. King, 1936 (7) de nombreux travaux ont confirmé le sens descendant de la circulation destinée au lobe antérieur et sa capillarisation préalable au niveau de l'éminence médiane. Depuis ces conceptions nouvelles, seuls, I. Assenmacher et J. Benoit, 1952 (8) ont décrit chez le Canard, la présence de granulations Gomori-positives au voisinage du réseau capillaire de l'éminence médiane.

Or, à la suite d'études comparatives sur l'hypophyse humaine, nous avons été frappé de constater à de multiples reprises, l'existence de gouttelettes d'aspect colloïde dans les sinusoïdes du lobe antérieur (9). La plupart des auteurs qui ont étudié l'hypophyse humaine ont d'ailleurs signalé la présence d'un matériel colloïde dans les vaisseaux [B. Romeis, 1940 (10)]. Mais, comme l'avait déjà décrit Romeis, nous avions cru voir à ce moment la colloïde sortir des cellules glandulaires, gagner les espaces interstitiels et franchir la paroi des sinusoïdes. Dans ces recherches, nous avions démontré que ces inclusions étaient PAS-positives mais qu'elles se distinguaient de la colloïde pseudovésiculaire par leur affinité pour l'orange G; d'autre part, elles se colorent nettement par le noir Soudan sur des coupes

---

(1) W. Bargmann, W. Hild, R. Ortmann et Th. H. Schiebler, *Acta Neuro*, **1**, 1950, p. 233.

(2) *C. R. Soc. Biol.* **144**, 1950, p. 1357.

(3) *Z. Zellforsch.*, **37**, 1952, p. 196.

(4) *Z. Zellforsch.*, **38**, 1953, p. 275.

(5) *Physiol. Rev.*, **28**, 1948, p. 139.

(6) *Anat. Rec.*, **109**, 1951, p. 99.

(7) *Ann. J. Anat.*, **58**, 1936, p. 421.

(8) *Comptes rendus*, **236**, 1953, p. 133.

(9) M. Herlant, *C. R. Ass. des Anat.*, 1951.

(10) *Hypophyse in Handbuch der mikrosk. Anat. des Menschen*, J. Springer, 1940.

à congélation. On pouvait donc admettre que leur mise en évidence par la réaction de Mc Manus décelait apparemment la présence de lipides oxydés et non de polysaccharides. Nous avions également émis la supposition qu'elles correspondaient à une sécrétion active de l'hypophyse car ces inclusions intravasculaires sont particulièrement abondantes chez des sujets jeunes, des enfants, des adolescents, des femmes gravides ou en période d'activité sexuelle. Elles se raréfient par contre ou même disparaissent chez les vieillards.

La réaction de Baker pour la mise en évidence des lipides nous a permis de constater plus récemment qu'outre les grosses gouttelettes nettement PAS-positives, les sinusoïdes du lobe antérieur peuvent contenir une multitude de gouttelettes beaucoup plus fines souvent accolées à l'endothélium et que l'on retrouve fréquemment dans les espaces interstitiels. La réaction de Mc Manus leur confère une teinte rosée mal visible mais on observe fort bien que par coalescence elles donnent naissance aux inclusions plus volumineuses.

A l'heure actuelle, l'étude de coupes sériées pratiquées sur des blocs comportant l'hypophyse, la tige pituitaire et l'hypothalamus ne nous permet plus d'attribuer une origine glandulaire à ce matériel sécrétoire.

En effet, nous avons étudié en particulier deux blocs semblables prélevés chez de jeunes femmes dont l'une était gravide. Dans les deux cas, les sinusoïdes du lobe antérieur contenaient des gouttelettes en abondance, mais nous les avons retrouvées en aussi grande abondance dans les veines qui descendent le long de la tige et dans les flocules capillaires de l'éminence médiane. Elles se colorent intensément par l'hématoxyline de Baker et par l'hématoxyline de Mallory; après traitement par le PAS, elles prennent une teinte rosée mais des coupes traitées simultanément par le PAS et l'hématoxyline chromique de Gomori démontrent bien qu'il s'agit d'une substance distincte de la neurosécrétion habituellement décrite car elles sont Gomori-négatives. L'épreuve de Baker à la pyridine n'abolit pas entièrement la réaction mais la fait fortement pâlir. Il s'agit donc vraisemblablement de corps lipoprotidiques.

Leur origine demeure difficile à préciser. On distingue nettement cette sécrétion s'accumuler sous l'aspect de fines gouttelettes dans les espaces interstitiels qui entourent les flocules vasculaires de l'éminence médiane et c'est à ce niveau que selon toute vraisemblance, elle pénètre dans les vaisseaux destinés au lobe antérieur mais leur siège d'élaboration est beaucoup moins aisé à mettre en évidence que celui de la sécrétion Gomori-positive car le fait de contenir des granulations qui se colorent par le PAS ou la méthode de Baker n'est pas spécifique des neurones hypothalamiques; on peut l'observer en effet en de nombreux territoires du système nerveux central. D'autre part, le matériel que nous venons de décrire n'est pas

uniquement localisé dans les vaisseaux destinés au lobe antérieur, il présente une vaste dispersion, on retrouve des gouttelettes qui présentent les mêmes propriétés dans les veines et les capillaires de l'hypothalamus et même dans le thalamus.

Mais à nouveau, on constate que ce processus est bien fonction de l'âge et qu'il disparaît complètement chez le vieillard.

Il s'agit à n'en pas douter d'une forme particulière de neurosécrétion hémocrine qui, par l'intermédiaire des vaisseaux, gagne les sinusoïdes du lobe antérieur de l'hypophyse. Ses rapports avec l'activité fonctionnelle du lobe glandulaire demeurent toutefois hypothétiques.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la régénération des yeux de la planaire* Polycelis nigra *en présence de broyats de la région antérieure du corps.* Note de M. **Théodore Lender**, présentée par M. Maurice Caullery.

Nous savons que la régénération des yeux de la planaire *Polycelis nigra* est induite par le cerveau ([1]). L'action de la masse cérébroïde se fait sentir à distance sur les ocelles qui se régénèrent sans l'intervention des liaisons nerveuses. Nous pouvons supposer que l'induction s'exerce par l'intermédiaire de substances chimiques émises par le cerveau. Cette hypothèse a été soumise à l'expérimentation grâce à la méthode des broyats.

La planaire *Polycelis nigra* est divisée en trois parties : la région antérieure contenant le cerveau, la région pharyngienne après excision du pharynx et la région postérieure. On obtient un fin broyat en hachant finement les régions correspondantes, ce qui provoque la mort et la désintégration rapide des tissus. Au début de l'expérience, on excise les 10 derniers yeux latéraux. Pour éliminer l'action inductrice du cerveau des planaires, élevées en présence des broyats, on excise cet organe tous les deux jours, en même temps qu'on ajoute les broyats à la culture. Les élevages sont faits à la température de 18°.

Les résultats numériques des expériences sont indiqués dans le tableau suivant.

1° Ces expériences montrent qu'en présence de broyats de région antérieure, la régénération des yeux latéraux excisés est normale dans la presque totalité des expériences. L'action inductrice du cerveau peut être incriminée dans un seul cas. Chez tous les autres individus, le cerveau était ou bien absent, ou présent à l'état de traces. La quantité de cerveau régénéré était insuffisante, d'après mes travaux antérieurs ([1]), pour induire la régénération des yeux. Dans les expériences avec les broyats de région postérieure ou de région pharyngienne, on constate au contraire que la grande majorité des planaires ne régé-

([1]) Th. Lender, *Bull. Biol. Fr. Belg.*, 86, 1952, p. 140-215.

nère pas les yeux latéraux excisés : dans le cas des broyats de la région postérieure, 25 individus sur 29, dans le cas des broyats de la région pharyngienne, 15 individus sur 17. Les broyats de têtes ont sans doute agi par l'intermédiaire de substances chimiques, qui diffusent dans l'eau de culture des planaires. Ces substances, sécrétées par le cerveau, ont dû pénétrer dans le corps de l'animal par la plaie faite au moment de l'excision de la masse cérébrale. On constate en effet que les broyats ne sont jamais ingérés par la planaire.

Influence de trois types de broyats sur la régénération des yeux de Polycelis nigra.

Origine des broyats	Nombre d'individus en expérience : début.	fin.	Durée des expériences (jours).	Nombre d'excisions du cerveau (*).	Présence de cerveau à la fin de l'expérience : Nombre d'individus.	Longueur (µ).	Nombre d'individus % ayant régénéré des yeux.	n'ayant pas régénéré d'yeux.
Région antérieure......	36	29	9	3	21 6 1	néant 20-50 100	28	1
Région postérieure.....	32	29	7 à 12	3 à 5	1 3	100 néant	4	25
Région pharyngienne....	20	17	9	3	–	néant	2	15

(*) Nombre de broyats ajoutés par planaire : 8,5 + 12,5.

2° Le défaut de régénération des yeux, en présence des broyats de région postérieure ou pharyngienne, est due à l'absence ou à la trop faible concentration des substances inductrices, et non à une perte du pouvoir de régénération. En effet, si l'on arrête les excisions régulières du cerveau, les yeux latéraux se régénèrent dans un délai de 7 à 9 jours, sous l'influence du cerveau régénéré. Ces résultats ont été obtenus dans 37 expériences sur 40.

3° Dans six expériences sur un total de 46, on observe quand même la régénération des yeux latéraux, excisés, en présence de broyats de région postérieure ou de région pharyngienne. Une des planaires possédait encore une partie du cerveau, qui a peut-être induit la régénération des yeux latéraux. Dans les cinq autres cas, les broyats devaient contenir une quantité suffisante d'organisines pour déclencher la régénération des yeux latéraux excisés. On est conduit à supposer que les organisines, émises par le cerveau, diffuseraient dans le corps de la planaire et se répartiraient suivant un gradient, décroissant de la tête vers la queue. Il a pu arriver, dans certains cas, que la dose d'organisines ait dépassé le seuil d'action de ces substances.

Conclusion. — Les expériences d'élevage de planaires, de l'espèce *Polycelis nigra*, privées de cerveau et mises en présence de broyats de régions antérieures, pharyngiennes ou postérieures, confirment l'hypothèse des organisines inductrices des yeux. Celles-ci sont sécrétées principalement par le cerveau. Elles doivent être présentes dans tout le corps de *Polycelis nigra*, en quantité

décroissante de la tête vers l'extrémité postérieure. Normalement la concentration d'organisines, suffisante pour provoquer la régénération des yeux, n'est atteinte que dans la région antérieure de la planaire.

MICROBIOLOGIE. — *Maintien de la virulence de* Salmonella typhi in vivo *par sélection naturelle des formes* Vi⁺. Note de MM. **André Jude** et **Pierre Nicolle**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

La variation Vi⁺→Vi⁻ du bacille typhique, de règle sur les milieux artificiels, ne se manifeste pas *in vivo*. Le passage sur la Souris permet de constater simultanément la persistance exclusive de la forme Vi⁺ et le maintien ou l'augmentation de la virulence. Ces phénomènes s'expliqueraient par un processus de sélection s'exerçant au détriment des formes Vi⁻.

Les souches Vi positives de *S. typhi*, lorsqu'elles sont souvent cultivées sur milieux artificiels à 37°, tendent à perdre, plus ou moins rapidement suivant les échantillons, leur virulence pour la Souris. Cet affaiblissement semble correspondre à une diminution de la virulence pour l'Homme (Felix) [1]. Il se produit parallèlement un appauvrissement de la culture en antigène Vi.

Par passages sur la Souris, dans certaines conditions expérimentales (doses ne provoquant pas une mort trop rapide), non seulement la virulence n'est pas diminuée, mais souvent elle est exaltée. De plus, la variation Vi⁺→Vi⁻ ne se manifeste pas : les colonies obtenues par ensemencement du sang du cœur sont toutes de forme Vi⁺.

Le maintien ou l'exaltation de la virulence et la persistance de la forme Vi⁺ par passages sur l'animal pourraient s'expliquer soit par une stabilité adaptative de la forme Vi⁺ (absence de la variation Vi⁺→Vi⁻), soit, la variation se produisant, par une élimination sélective permanente de la forme Vi⁻.

Nos résultats expérimentaux sont en faveur de la seconde hypothèse. Nous avons injecté à des souris des doses variées de mélanges artificiels, composés en proportion diverses d'éléments Vi⁺ (souche Ty 2) et d'éléments stables Vi⁻ (souche 0 901), facilement reconnaissables par les différences de leur morphologie culturale, de leur irisation en transillumination oblique [2] et de leur sensibilité aux bactériophages Vi.

Après la mort de l'animal, le sang du cœur était ensemencé sur plaque de gélose de façon à obtenir des colonies isolées.

Dans tous les cas où la dose inoculée était voisine de la DL 50 du mélange, on a constaté une augmentation considérable du pourcentage des colonies Vi⁺. Souvent même la forme Vi⁻ avait complètement disparu (Tableau).

---

(1) A. Felix et E. S. Anderson, *J. Hyg.*, 49, 1951, p. 349.

(2) P. Nicolle, A. Jude et L. Le Minor, *Ann. Inst. Pasteur*, 78, 1950, p. 572.

Souris N°.	Pourcentages dans le mélange inoculé		Pourcentages des colonies après culture du sang du cœur	
	Ty 2.	O 901.	Ty 2.	O 901.
1	2	98	97	3
2 à 13	2	98	100	0
14	2	98	80	20
15	2	98	90	10
16 à 27	1	99	100	0
28	1	99	57	43
29	1	99	90	10
30	1	99	13	87
31	1	99	87	13

D'autre part, il existe un parallélisme entre les valeurs des DL 50 des mélanges et leurs proportions en éléments Vi^+ et Vi^- : un mélange contenant 1 % de Ty 2 pour 99 % de O 901 avait une DL 50 de $6,45 \times 10^8$ (+ 9,4 ; — 4,3) germes. Après un passage sur la Souris, la culture obtenue comprenait 57 % de Ty 2 et 43 % de O 901. La DL 50 d'un mélange artificiel de même composition était de 6×10^7 (+ 11,4 ; — 3,1) germes. Après inoculation de ce mélange à la Souris, toutes les colonies obtenues étaient formées d'éléments Ty 2, dont la DL 50 était de $2,7 \times 10^7$ (+ 4,0 ; — 1,8) germes.

Des résultats analogues ont été obtenus avec des mélanges des souches O 901 (Vi^-) et 54-41 (Vi^+).

Dans d'autres expériences, nous avons inoculé à des souris des mélanges des souches Ty 2 et 54-41, toutes deux Vi^+. Les colonies de ces deux souches sont facilement différenciables par leur irisation, leurs types biochimique et bactériophagique (Ty 2 = i^{++}, xylose$^+$, type E_1 ; 54-41 = i^+, xylose$^-$, type M). Le plus souvent, après inoculation à la Souris et ensemencement du sang du cœur, aucun changement n'a été observé dans les proportions de ces deux souches. Dans un cas même, les colonies après culture du sang du cœur appartenaient toutes à la souche 54-41. On a constaté en même temps un abaissement de la virulence, car dans ce cas la DL 50 du mélange 54-41 + Ty 2 était de $6,8 \times 10^7$ (+ 14,9 ; — 3,1) germes, alors que la DL 50 de 54-41 seule était de 2×10^8 (+ 2,6 ; — 1,5) germes.

Ces résultats autorisent à penser qu'intervient *in vivo* une sélection permanente qui élimine les éléments Vi^- à mesure qu'ils se forment. Cette élimination s'accompagne d'une augmentation de la virulence du mélange injecté.

L'antigène Vi est donc, comme l'affirme Felix, à la fois un facteur de résistance du bacille typhique aux défenses organiques ([3]), et un facteur de virulence ([4]).

([3]) A. Felix et S. S. Bhatnagar, *Brit. J. exp. Path.*, 16, 1935, p. 422.
([4]) A. Felix et R. M. Pitt, *J. Path. and Bact.*, 38, 1934, p. 409.

On est en droit de se demander si une sélection semblable, s'exerçant au profit d'éléments protégés par un antigène physiologiquement analogue à l'antigène Vi de *S. typhi*, ne se produirait pas dans d'autres infections.

Rappelons que J. Bordet ([5]), et R. J. Dubos ([6]), avaient pensé que l'exaltation de la virulence *in vivo* était probablement due à une sélection.

PHYSIOLOGIE CELLULAIRE. — *Précisions sur la synthèse de* L-*thréonine à partir d'acide* L-*aspartique par des extraits de* Escherichia coli. Note de **M. Georges N. Cohen**, Mme **Marie-Louise Hirsch**, Mlle **Susan B. Wiesendanger** et M. **Bention Nisman**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Influence du coenzyme A sur la phosphorylation de l'aspartate. Spécificité du triphosphopyridine nucléotide (TPN) pour la réduction de l'aspartate en homosérine. Suppression de réactions parasites dans la synthèse de thréonine à partir d'homosérine.

Nous avons montré que des extraits ([1]), de *E. coli*, mutant ML 52, phosphorylent l'aspartate en β-aspartylphosphate, en présence d'adénosine triphosphate (ATP); l'aspartate est réduit en L-homosérine en présence d'ATP, de TPN et de glutamate, grâce à la glutamodéshydrogénase présente dans les extraits. Ce mutant est incapable de transformer l'homosérine en thréonine. D'autre part, les extraits du mutant B 184, incapables de transformer l'aspartate en homosérine, transforment l'homosérine en thréonine, en présence d'ATP et de pyridoxal phosphate ([2]). Cette Note a pour but d'amener les précisions suivantes :

1. Avec des extraits dialysés ou vieillis, la phosphorylation de l'aspartate par l'ATP est stimulée par le coenzyme A (tableau I).

TABLEAU I.

Conditions expérimentales, *voir* ([2]). Extrait M 97-21 dialysé pendant 4h 30 mn. Extrait de ML 52 vieilli 6 jours à 0°C.

Mutant.		Acide hydroxamique formé (μmoles).
M 97-21	Sans CoA.	0,34
	CoA, 33 unités	0,55
ML 52	Sans CoA	0,08
	CoA, 23 unités	0,4

([5]) *Traité de l'Immunité*, Masson, Paris, 1939, p. 42.

([6]) *The Bacterial cell.*, Harvard Univ. Press, 1947, p. 192.

([1]) Préparés au mortier, dans un mélange de CO_2 solide et d'éthanol, par broyage avec de la poudre de quartz, en présence de thioglycolate et de KCl.

([2]) B. Nisman, G.-N. Cohen, S.-B. Wiesendanger et M.-L. Hirsch, *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 1342.

Les extraits des deux mutants possèdent une glucose-6-phosphate déshydrogénase qui peut se coupler avec le système réduisant l'aspartate par l'intermédiaire du TPN, dans le cas de ML 52, mais pas dans le cas de B 184; comme ce dernier mutant est capable de phosphoryler l'aspartate ([2]), c'est le premier stade de la réduction de l'aspartylphosphate qui fait défaut chez lui. Un troisième mutant est capable de coupler la déshydrogénation du glucose-6-phosphate avec la réduction de l'aspartate, mais l'on n'obtient pas d'homosérine; ceci établit l'existence d'au moins un stade intermédiaire entre l'aspartylphosphate et l'homosérine :

$$\text{L-aspartate} \rightarrow \beta\text{-aspartylphosphate} \underset{\text{B 184}}{\dashv\rightarrow} \text{X} \rightarrow \text{L-homosérine}$$

Les extraits sont incapables de coupler les systèmes pyruvate-déshydrogénase ou lactate-déshydrogénase, qui dépendent du DPN, avec la réduction de l'aspartate, ce qui montre qu'au moins le premier stade de cette réduction est spécifique du TPNH.

2. A partir de l'homosérine, les extraits de B 184 forment de petites quantités d'acide α-cétonique en plus de la thréonine, même en absence de pyridoxal-phosphate ([2]). Cet acide cétonique pourrait provenir soit de la désamination de l'homosérine, soit de celle de la thréonine. Or les extraits ne désaminent pas l'homosérine.

Le vieillissement de l'extrait à 0° C semble abolir des réactions parasites : en effet, le rendement en thréonine à partir d'homosérine est considérablement augmenté (tableau II).

Tableau II.

Extrait de B 184. Conditions expérimentales, *voir* ([2]). L-homosérine initiale : 37,5 μ moles pour l'enzyme frais et 25 μ moles pour l'enzyme vieilli 5 jours à 0° C.

	— Homosérine (μ moles).	+ Thréonine (μ moles).	+ Acide cétonique (μ moles).
Enzyme frais :			
Sans pyridoxal-phosphate........	27,7	0,42	2,34
Avec pyridoxal-phosphate........	24,7	3,0	3,0
Enzyme vieilli :			
Sans pyridoxal-phosphate........	22	0	non dosé
Avec pyridoxal-phosphate........	17,2	13	non dosé

On pourrait se demander pourquoi l'on détecte des quantités importantes de thréonine avec les extraits de B 184 agissant sur l'homosérine en présence d'ATP et de pyridoxal-phosphate. En effet, ces extraits sont pourvus d'une thréonine désaminase très puissante et l'on aurait pu s'attendre à ce que tout le produit de la réaction se retrouve sous forme d'acide α-cétobutyrique.

Nos expériences (tableau III) montrent que la désamination de la thréonine (mesurée par la quantité d'acide α-cétonique détecté) est fortement inhibée par l'ATP. Ceci suggère que la thréonine n'est peut-être pas formée à l'état libre, mais sous une forme qui la soustrait à l'action de la désaminase; la thréonine libre serait alors formée à l'autoclave, lors de la préparation des dosages microbiologiques ([3]), soit progressivement libérée par l'organisme servant à la doser.

TABLEAU III.

Extrait de *E. coli*, type sauvage B. Le système comprend 50 μ moles de DL-thréonine, 20 μg de pyridoxal-phosphate, 30 μ moles d'ATP. Tampon phosphate pH 8, M/30. Enzyme : 500 μg N. Incubation : 120 mn à 37° C.

	Acide α-cétobutyrique formé (μ moles).
Sans ATP	19,2
Avec ATP	4,6

HYGIÈNE. — *Étude comparative des poussières atmosphériques minérales de quelques grandes villes*. Note (*) de MM. **Jean Leroux** et **Jean-Jacques Trillat**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Les poussières atmosphériques prélevées dans l'atmosphère de quelques grandes villes ont été examinées par diffraction des rayons X; on y remarque la présence constante et commune d'un certain nombre de corps, comme le quartz, le gypse, le sulfate de calcium anhydre, la calcite, le feldspath, la magnétite et l'hématite.

L'atmosphère des grandes agglomérations est en général polluée par des poussières ou granules solides ou liquides, dont la taille peut varier de 60 μ à 5/1000e de microns. Plusieurs études, faisant appel à la Chimie, la Physique, la Géophysique, la Météorologie et la Toxicologie, ont été entreprises depuis une trentaine d'années dans le but de combattre les effets nocifs de ces agents. Toutefois, peu de recherches ont porté jusqu'ici sur l'analyse détaillée de la structure cristallographique des corpuscules solides. Or, il semble bien établi maintenant que la structure cristalline et la taille des particules solides en suspension dans l'air jouent un rôle important dans leur degré de nocivité sur l'organisme et l'apparition de certaines maladies professionnelles (silicose par exemple) ([1]), ([2]).

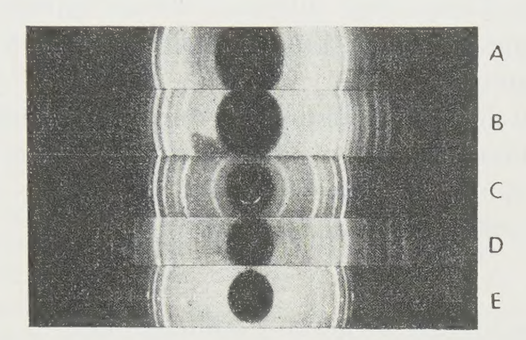
([3]) G.-N. Cohen, et M.-L. Hirsch. *J. Bact.*, 67, p. 182.

(*) Séance du 12 avril 1954.

([1]) J. H. Brown, K. M. Cook, F. G. Ney et Theod. Hotch, *Amer. J. of Public Health*, 1950, Pitts. Pa.

([2]) P. H. and Sonia Osborne, *Brit. J. Ind. Med.*, 10, 1953, p. 152.

Il nous a donc paru intéressant de faire appel à la diffraction des rayons X pour l'identification de ces particules solides et la détermination de leur état de cristallinité dans l'atmosphère. En fait, cette étude ne constitue qu'un stade préliminaire à celle que nous poursuivons actuellement et qui a pour but plus particulier l'identification et le dénombrement, par microscopie électronique, des particules de quartz présentes dans les poussières d'une taille moyenne inférieure à 1 μ.



A et B : Paris; C : Marseille; D : Rome; E : Venise.

La première condition est d'établir une technique générale en vue de s'assurer de la nature exacte des particules en suspension dans l'atmosphère et aussi pour vérifier l'existence possible d'un spectre de diffraction X commun pour des poussières prélevées en des points géographiquement éloignés les uns des autres.

Dans ce but, nous avons étudié, par diffraction des rayons X, des échantillons prélevés dans des zones commerciales et industrielles à Windsor et à Ottawa (Canada) ([3]), à Paris, à Marseille, à Rome et à Venise. Dans tous les cas, nous avons pu observer un spectre de diffraction commun à tous ces échantillons, dans lequel nous avons pu identifier du quartz, du feldspath, de la calcite, du gypse, du sulfate de calcium anhydre, de l'hématite et de la magnétite (*voir* figure). L'étude détaillée de ces spectres sera publiée dans un autre Recueil. Les diagrammes propres à chacun de ces corps ont été obtenus par des méthodes de séparation physiques ou chimiques; ainsi, les deux oxydes de fer ont été isolés par centrifugation des échantillons dans l'iodure de méthylène (densité 3,3); les deux sulfates de calcium par dissolution dans l'eau distillée; le quartz et le feldspath par destruction des autres constituants au moyen du pyrosulfate de potassium; quant à la calcite, elle s'identifie très facilement dans tous les cas sur le diagramme des échantillons non traités. Tous les prélèvements

---

([3]) D. Lennox and J. Leroux, *A. M. A., Archives of Industrial Hygiene and Occupational Medicine*, 8, n° 4, 1953, p. 359.

contenaient en plus, en quantité relativement faible, des sphérules de métaux non magnétiques et des sphérules vitrifiées amorphes, visibles au microscope ordinaire ou électronique.

Les proportions relatives des sept minéraux identifiés d'une façon certaine varient suivant le lieu du prélèvement, mais la calcite y semble toujours dominer. Nous n'avons pas, pour l'instant, effectué de déterminations quantitatives, notre but étant d'abord d'établir une relation statistique entre les divers corps que nous serons appelés à étudier lorsque des analyses granulométriques d'un produit déterminé seront faites par microscopie électronique.

Ces recherches préliminaires indiquent que, d'une manière générale, les poussières atmosphériques de quelques grands centres urbains, géographiquement très éloignés, présentent des caractères communs que la diffraction des rayons X met en évidence.

A 15 h 45 m l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *Emmanuel Leclainche* :

En première ligne .... M. **René Dujarric de La Rivière**.

En deuxième ligne, ex-æquo *et par ordre alphabétique* ..... MM. **Clément Bressou**. **René Fabre**.

En troisième ligne, ex-æquo *et par ordre alphabétique* ..... MM. **Henri Simonnet**. **Émile Terroine**. **André Thomas**.

A ces noms l'Académie adjoint celui de M. **Eugène Aubel**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu en la prochaine séance.

La séance est levée à 16 h 50 m.

R. C.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de mars 1954

(*Suite et fin.*)

Extraits de *Coton et culture cotonnière. Essais cotonniers au Maroc. Culture. Etude technologique*, par Heim de Balsac et Émile Miège. *L'hérédité de la villosité des graines de cotonnier* (Pima du Maroc). *Relation entre ce caractère et la qualité des fibres*, par Heim de Balsac, Émile Miège et O. Roehrich. N° 4. Fasc. 2 : *Action de la fumure sur les rendements du cotonnier et la qualité de ses fibres*, par Émile Miège. Vol. V. Fasc. 2 : *Influence de divers facteurs : recépage, époque de la récolte, irrigation sur la qualité des fibres du cotonnier*, par F. Heim de Balsac et Émile Miège. Paris, Comité de recherches scientifiques coloniales, section du coton, s. d. ; 4 fasc. 24 cm.

Carte géologique d'exploration du territoire autonome du Tadla, par Jacques Bourcart, 1942 ; à l'échelle du 1 200 000ᵉ ; 1 planche 56 × 79,5 cm.

Protectorat de la République française au Maroc. Direction de l'agriculture et des forêts. Division de l'agriculture et de l'élevage. Service de la recherche agronomique et de l'expérimentation agricole. *Notions de pédologie appliquée*, par Georges Bryssine. IV. *Méthodes d'analyses*, avec la collaboration de Mme G. Julia et de Mlle Ch. Thomann. Rabat, 1953 ; 1 fasc. 31 cm.

Théorie générale des particules à spin (*méthode de fusion*), par Louis de Broglie. Deuxième édition revue et corrigée. Paris, Gauthier-Villars, 1954 ; 1 vol. 25 cm.

Volume jubilaire dédié à J. A. Bierens de Haan à l'occasion de son soixante-dixième anniversaire. Leiden, E. J. Brill. 1953 ; 1 fasc. 23,5 cm.

Evolution and geography. An Essai on Historical biogeography with special reference to Mammals, by George Gaylor Simpson. Eugene, Oregon, Oregon state system of Higher education. 1953 ; 1 vol. 25 cm.

Ce que la biologie et la médecine doivent à l'abbé Nollet, par Jean Torlais, in *Histoire de la médeciue*, n° 3, mars 1954 ; 1 fasc. 23 cm.

Université de Paris. Les conférences du Palais de la découverte. Série A. N° 189 : *Les expériences de Moulonguet et leurs conséquences sur le plan de la neurophoniatrie*, par E. J. Garde. N° 190 : *Astronautique science internationale*, par A. Ananoff. Série D. N° 25 : *Le naturaliste Sir Hans Sloane* (1660-1753) *et les échanges scientifiques entre la France et l'Angleterre*, par Jean Jacquot ; 3 fasc. 18 cm.

Les fils électriques. Généralités, par Pierre David. 3ᵉ édition entièrement refondue. Paris, Gauthier-Villars, 1952 ; 1 fasc. 29,5 cm (présenté par M. Louis de Broglie).

Les filtres à cristaux piézoélectriques, par D. Indjoudjian et P. Andrieux. *Les lignes à retard et leur utilisation*, par Gaston Potier. *Les régimes transitoires dans les réseaux électriques*, par Paul Poincelot. Paris, Gauthier-Villars, 1953; 3 fasc. 29,5 cm (présentés par M. L. de Broglie).

Union internationale des sciences biologiques. N° 12 : *Biometric problems in the prediction and estimation of the growth of plants in tropical and subtropical regions*. Calcutta, 1951. Paris, Secrétariat général de l'U. I. S. B., 1953; 1 vol. 25 cm.

Id. n° 13 : *Sur l'organisation scientifique des jardins botaniques*. N° 14 : *Actinomycetales, morfologia, biologia e sistematica*. N° 17 : *Les bases biochimiques et structurelles de la morphogenèse*. Utrecht, 1952. Publications ayant bénéficié d'une subvention de l'Unesco. Paris, Secrétariat général de l'U. I. S. B., 1953; 3 vol. 24 cm.

Quelques problèmes pédologiques de mise en valeur des sols du delta central nigérien (Soudan français), par G. Aubert. Reprint from *Desert Research*, n° 2, 1953; 1 feuillet 23,5 cm.

Union internationale de physique pure et appliquée. *Questions financières. Informations reçues de la Société norvégienne de physique. Joint Commission on Physics of Solids, Report july* 1954, par Pierre Fleury; 3 feuillets 27 cm.

Union internationale des sciences biologiques. Série B, n° 18. *Colloques. Report of the cytochemistry commission of the Society for cell biology*, n° 1, in *Quarterly journal of microscopical Science*. Vol. XCIV. Part I. Paris, Secrétariat général de l'U. I. S. B., 1953; 1 fasc. 24 cm.